

# УНИВЕРСИТЕТ ЕҢБЕКТЕРІ

## ТРУДЫ УНИВЕРСИТЕТА

✻ 1 (18)  
2005

---

2000 жылдан бастап шығарылады  
Мерзімділігі жылына 4 рет

Издается с 2000 года  
Периодичность 4 раза в год

---

*Журнал Қазақстан Республикасының Мәдениет, ақпарат және қоғамдық келісім министрлігінде тіркелген (тіркеу куәлігі № 1351-ж 04.07.2000 ж.)*

### МЕНШІК ИЕСІ

Қазақстан Республикасы Білім және ғылым министрлігінің «Қарағанды мемлекеттік техникалық университеті» Республикалық мемлекеттік қазыналық кәсіпорны (Қарағанды қаласы)

*Журнал зарегистрирован в Министерстве культуры, информации и общественного согласия Республики Казахстан (регистрационное свидетельство № 1351-ж от 04.07.2000 г.)*

### СОБСТВЕННИК

Республиканское государственное казенное предприятие «Карагандинский государственный технический университет» Министерства образования и науки Республики Казахстан (г. Караганда)

Главный редактор

**Г.Г. Пивень**

ректор, академик МАН ВШ, д-р техн. наук, профессор

## Редакционный совет

- Пивень Г.Г.** ректор, академик МАН ВШ, академик АЕН РК, д-р техн. наук, проф. (председатель)
- Акимбеков А.К.** проректор по научной работе и международным связям, д-р техн. наук, проф. (зам. председателя)
- Ахметжанов Б.А.** зав. кафедрой экономики предприятия, академик МЭАЕ, д-р экон. наук, проф.
- Байджанов Д.О.** декан инженерно-строительного факультета, академик МАИН, д-р техн. наук, проф.
- Бакиров Ж.Б.** зав. кафедрой прикладной механики, д-р техн. наук, проф.
- Брейдо И.В.** зав. кафедрой автоматизации производственных процессов, академик МАИН, чл.-кор. АЕН РК, д-р техн. наук, проф.
- Гращенко Н.Ф.** профессор кафедры рудничной аэрологии и охраны труда, академик МАН ЭБ, д-р техн. наук
- Ермеков М.А.** профессор кафедры геофизики и геологии, академик НАН РК, д-р геол.-минер. наук
- Жадрасинов Н.Т.** зав. кафедрой теоретической механики, академик МАИН, чл.-кор. НИА РК, д-р техн. наук, проф.
- Жумасултанов А.Ж.** профессор кафедры социально-гуманитарных дисциплин, д-р ист. наук
- Исагулов А.З.** первый проректор, академик МАИН, чл.-кор. АН ВШК, д-р техн. наук, проф.
- Квон С.С.** профессор кафедры разработки месторождений полезных ископаемых, д-р техн. наук
- Климов Ю.И.** зав. кафедрой горных машин и оборудования, академик МАИН, чл.-кор. АЕН РК, д-р техн. наук, проф.
- Колесникова Л.И.** зав. кафедрой экономической теории, канд. экон. наук, доц.
- Малыбаев С.К.** зав. кафедрой промышленного транспорта, д-р техн. наук, проф.
- Низаметдинов Ф.К.** зав. кафедрой маркшейдерского дела и геодезии, д-р техн. наук, проф.
- Нургужин М.Р.** директор Департамента высшего и послевузовского образования МОН РК, академик МАИН, чл.-кор. АН ВШК, д-р техн. наук, проф.
- Пак Ю.Н.** проректор по учебно-методической работе, академик АЕН РК, д-р техн. наук, проф. (ответственный за выпуск)
- Палев П.П.** профессор кафедры теоретической механики и сопротивления материалов, д-р техн. наук
- Сагинов А.С.** академик НАН РК, академик АЕН РК, д-р техн. наук, проф.
- Смирнов Ю.М.** зав. кафедрой физики, академик МАИН, д-р техн. наук, проф.
- Туганов С.К.** зав. кафедрой высшей математики, д-р техн. наук, проф.
- Фешин Б.Н.** декан электромеханического факультета, академик МАИН, д-р техн. наук, проф. (ответственный секретарь)
- Хамимолда Б.Ж.** проректор по воспитательной работе, чл.-кор. АМР РК, д-р техн. наук, проф.
- Яворский В.В.** зав. кафедрой автоматизированных информационных систем, академик МАИН, д-р техн. наук, проф.

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>РАЗДЕЛ 1. ПРОБЛЕМЫ ВЫСШЕЙ ШКОЛЫ .....</b>	<b>5</b>
ПИВЕНЬ Г.Г. О внедрении системы менеджмента качества в вузах .....	5
ИСАГУЛОВ А.З., ПАК Ю.Н., ПОРТНОВ В.С., СМОЛЬКИН А.А. Разработка системы рейтинговой оценки деятельности профессорско-преподавательского состава, кафедр и факультетов.....	7
ЛАМЗИНА А.М., СУХОВА Н.Г., ФЕДОРАШКО Л.И. Применение компьютерных технологий для усиления эффективности коррекционного воздействия в раннем возрасте.....	10
ГОРЕВАЯ А.А., ПАРШИНА Г.И., ФЕШИН Б.Н. Виртуальный лабораторный комплекс для исследования систем управления электроприводами.....	12
<b>РАЗДЕЛ 2. GEOTEХНОЛОГИИ. ОХРАНА ТРУДА .....</b>	<b>16</b>
САГИНОВ А.С., ШУЛЯТЬЕВА Л.И. Анализ состояния и перспективы развития шахтного фонда Карагандинского бассейна.....	16
ЖИВАЕВА А.В. О контроле положения огневых забоев при подземном сжигании угля.....	19
АКИМБЕКОВ А.К., КАМАРОВ Р.К., ОЛЕНЧЕНКО П.П. Влияние анкерного крепления на геомеханическое и газовое состояние массива, прилегающего к пластовой выработке.....	21
МАГЗУМОВ А.Е. Анализ отслоений кровли на рудниках корпорации «Казахмыс» по Жезказганскому региону.....	23
КРЯЖЕВА Т.В. Алмазосность геологических формаций Бозшасорской площади.....	26
ЦОЙ Н.К. Исследование эффективности работы устройства для очистки отходящих газов от взвешенных частиц .....	28
АБЕУОВ Е.А., МУХАНБЕДИН М.А., ТОБАГАБУЛОВА Ж.Б. Способы снижения потерь руды и повышения безопасности ведения добычных работ.....	29
ЯВОРСКИЙ В.В., ДЕМИН В.Ф., МИФТАХОВ Р.Р., ДЕМИНА Т.В. Разработка экспертной системы выбора элементов технологических схем очистных работ.....	31
<b>РАЗДЕЛ 3. МАШИНОСТРОЕНИЕ. МЕТАЛЛУРГИЯ .....</b>	<b>38</b>
ИСАГУЛОВ А.З., КУЛИКОВ В.Ю., СОГРИНА О.С., ЯКОВЛЕВ В.В. Расчёт литниковой системы для отливок радиаторов при литье в оболочковые формы.....	38
СИҚЫМБАЕВ М.Р., БАЙЖАБАҒЫНОВА Г.А. Материалдарды электрлік түйіспемен өңдеу тиімділігіне әсер ететін факторлар.....	40
БӘКІРОВ Ж.Б. Механикалық жүйелердің кездейсоқ стационарлық тербелістері .....	41
НАЙЗАБЕКОВ А.Б., НОГАЕВ К.А. Исследование работы кузнечного инструмента, реализующего поперечный сдвиг заготовки .....	43
АКБЕРДИН А.А., САИТОВ Р.И. Фосфатная ёмкость и оптическая основность металлургических шлаков.....	45
САРЕКЕНОВ К.З. Процессы фазообразования при упрочняющем обжиге нефлюсованных борсодержащих окатышей.....	46
СУЛЕЙМЕНОВ Т.С., МАЛЫШЕВ В.П., БЕКТУРГАНОВ Н.С., ИСАГУЛОВ А.З., КАЖИКЕНОВА С.Ш., АБДРАХМАНОВ Б.Т. Численное моделирование течения расплава в наклонном желобе.....	48
<b>РАЗДЕЛ 4. СТРОИТЕЛЬСТВО. ТРАНСПОРТ .....</b>	<b>50</b>
БАЙДЖАНОВ Д.О., АБСИМЕТОВ В.Э., ТУРЕБАЕВ И.Н., КУЧЕРБАЕВ Е.Т. Факторы механического взаимодействия переплетающихся стержней арматурной сетки.....	50
ТКАЧ Е.В. Эффективные технологии модифицированного бетона.....	52
КАРСЫБАЕВ Е.Е., АНДАСБАЕВА С.З. Разработка принципов управления транспортно-логистическими структурами в цепи поставок грузов .....	54
БАЙДЖАНОВ Д.О., ҚАЛМАҒАМБЕТОВА А.Ш. Оттан қорғағыш құрамдардың физика-механикалық қасиеттерін зерттеу.....	56

САРБАЕВ С.Ш. Управленческие задачи распределения грузовых потоков по видам транспорта в узле.....	58
<b>РАЗДЕЛ 5. ЭНЕРГЕТИКА. АВТОМАТИКА И УПРАВЛЕНИЕ.</b>	
<b>РАДИОТЕХНИКА, СВЯЗЬ И ТЕЛЕКОММУНИКАЦИИ</b> .....	61
ИВАНОВ Э.А., ОМИРБЕКОВ А.Ж., САГИТОВ П.И., ХРАПУНОВ Е.В. Оценка фактического уровня погрешностей электросчетчиков в реальных условиях эксплуатации.....	61
БРЕЙДО И.В. Оценка быстродействия тиристорного электропривода с реверсом по цепи обмотки возбуждения.....	64
КЛИКУШИН Ю.Н., КОШЕКОВ К.Т., РОЖКОВА Н.О. Метод и средства моделирования идентификационных шкал.....	67
АМАНОВ Б.Р., АЛИМБАЕВА А.Б. Анализ рынка услуг телекоммуникаций Республики Казахстан.....	73
БРЕЙДО И.В., КУНТУШ Е.В. Разработка математической модели электромеханической системы горизонтального петлевого устройства.....	76
АНДРЕЕВ Е.В., БРЕЙДО И.В., КАЛИНИН А.А., МОРОЗОВА Н.А., ФЕШИН Б.Н. Интегрированный научно-лабораторный комплекс «Современные технологии автоматизации».....	79
<b>ЮБИЛЕЙ</b> К 60-летию Геннадия Георгиевича Пивень.....	83
<b>РЕЗЮМЕ</b> .....	84
<b>Правила оформления и представления статей</b> <b>в журнал «ТРУДЫ УНИВЕРСИТЕТА»</b> .....	88

УДК 378.1:658.652(574)

Г.Г. ПИВЕНЬ

### О внедрении системы менеджмента качества в вузах

Государственная программа развития образования в Республике Казахстан определила конкретные действия на период до 2010 года, предусматривающие обеспечение конкурентоспособности вузов и выход на международный рынок образовательных услуг. Реализация этих действий приобретает особую актуальность при подготовке Казахстана к вступлению во Всемирную торговую организацию.

Происходящие в национальной и мировой экономике процессы приводят к доминирующей роли качества образования в обеспечении конкурентоспособности вуза. Наиболее престижно — быть конкурентоспособным на рынке труда промышленно развитых стран. Сегодня вуз должен признать себя субъектом рынка, а следовательно, и то, что на рынке образовательных услуг действуют все законы рыночных отношений, используются модели управления вузом, в основу которых заложены принципы менеджмента качества, определенные концепцией всеобщего менеджмента качества (TQM) и международными стандартами.

В настоящий момент в Казахстане осуществляется ряд взаимосвязанных процессов менеджмента образования, таких как:

- распространение в вузах работ по созданию, внедрению и сертификации систем менеджмента качества в соответствии с требованиями международного стандарта ИСО 9001:2000;

- внедрение комплексной оценки деятельности вузов на базе перечня показателей деятельности, утвержденного в методике ранжирования вузов;

- внедрение национальной системы оценки качества образования (НСОКО) и другие.

Развитие этих процессов определяется следующими объективными причинами:

- интеграцией образования и необходимостью гармонизации казахстанского образования, в том числе и по критериям качества, с другими системами образования в рамках Болонской декларации с целью привлечения внутренних потребителей и выхода на международные рынки образовательных услуг;

- планомерной деятельностью МОН РК, направленной на повышение качества подготовки специалистов;

- конкуренцией между вузами на рынке образовательных услуг, что приводит к необходимости ориентации на потребителя и постоянное повышение качества образования и всех процессов деятельности вуза.

Повышение качества образовательных услуг вузов рассматривается как стратегическая цель в рамках государственных задач и как средство обеспечения развития вуза.

Важной составляющей систем международной аккредитации образовательных программ и сертификации специалистов является сертификация систем менеджмента качества вузов. Особую значимость при вступлении Казахстана в ВТО приобретает наличие сертификата соответствия СМК вузов, выданных международно признанными органами. Наш университет приступил к разработке СМК в 2003 году и первым в республике прошел сертификационный аудит, выполненный Ассоциацией по сертификации «Русский Регистр». Система менеджмента качества КарГТУ была признана соответствующей требованиям МС ИСО 9001:2000, и экспертами отмечена уникальность системы, в которой использованы современные технологии инжиниринга качества.

В июле 2004 года университетом получены сертификаты соответствия «Русского Регистра», и, что особенно важно, первым среди вузов Казахстана и СНГ получен сертификат Международной Сети Сертификации (IQNet), объединяющей 32 страны, развитые в области сертификации СМК.

Область распространения системы менеджмента качества КарГТУ — образовательная деятельность по подготовке кадров с высшим профессиональным образованием (бакалавр, специалист) в соответствии с государственными образовательными стандартами высшего профессионального образования по специальностям и направлениям в соответствии с областью лицензирования и государственной аккредитацией.

Система менеджмента качества вуза — это эффективный инструмент обеспечения конкурентоспособности на внутреннем и внешнем рынках образовательных услуг; повышения рейтинга вуза; повышения удовлетворенности всех потребителей (государства, работодателей, граждан и общества); постоянного улучшения всех процессов деятельности вуза; повышения условий профессиональной, социальной и этической подготовки специалистов; повышения ответственности всех сотрудников вуза за качество своей деятельности; улучшения корпоративной культуры и инфраструктуры вуза; удовлетворения имеющихся и прогнозируемых потребностей экономики и общества Республики Казахстан в конкурентоспособных специалистах.

Успешное функционирование современного вуза невозможно без создания эффективной системы менеджмента, имеющей своей целью повысить качественные показатели деятельности вуза в результате алгоритмизации всех процессов, влияющих на качество образовательных услуг, унификации методов оценки и методов воздействия на качество образования, а также оптимизации документооборота, что возможно при использовании системного и процессного подходов. Сегодня это одно из важнейших направлений научно-технического прогресса, имеющее свои научные основы,

методологию, принципы, технологии и альтернативные подходы.

В мировой практике известны различные методы и пути реализации принципов TQM и требований стандарта ИСО 9001:2000, многие из которых уже нашли свое применение на предприятиях — мировых лидерах в различных сферах деятельности.

Опыт КарГТУ по внедрению существующих в практике методик разработки СМК показал, что наряду с классическими методами менеджмента для организаций высшего образования должны разрабатываться и использоваться специфические отраслевые подходы и методы.

Особенности и проблемы построения СМК вуза определяются рядом следующих обстоятельств.

Государственные вузы являются хорошо организованными структурами, и их существующие системы управления функционируют на базе сложившихся норм и традиций. Все это объективно и субъективно вызывает некоторое противодействие со стороны руководства и сотрудников вуза к внедрению современных методов менеджмента качества. Поэтому при внедрении СМК в вузе большое внимание следует уделять мотивации персонала и его обучению в области качества, разъяснению тех преимуществ, которые приносит современная организация работы, основанная на принципах менеджмента качества.

Существующая система контроля качества высшего профессионального образования не в полной мере отвечает требованиям стандарта ИСО 9001:2000 по мониторингу и измерению всех процессов СМК, в связи с чем необходимо ускорить процессы разработки Национальной системы оценки качества образования.

В настоящее время существует недостаток в квалифицированных менеджерах систем качества на всех уровнях управления вузом, а также специалистах по маркетингу образовательных услуг. Отсутствуют необходимые методические пособия и рекомендации по внедрению СМК в вузах.

Последнее десятилетие привело к определенной утрате связи вузов с предприятиями сфер экономики и, как результат, образовательная деятельность часто осуществляется в отрыве от реальных потребностей, что противоречит принципам менеджмента качества и приводит к невозможности выполнять требования стандарта ИСО 9001:2000.

Процедура перехода на систему менеджмента качества, соответствующую требованиям стандарта ИСО 9001:2000, должна характеризоваться: непрерывной связью с действующей системой управления вузом; непрерывностью деятельности по постоянному улучшению процессов системы; существенным влиянием человеческого фактора на результативность системы; традициями и культурой вуза; этапностью внедрения; ресурсоемкостью.

Успех вуза при разработке и внедрении эффективной системы менеджмента качества определяется ключевыми факторами: качеством содержания образования; качеством подготовки абитуриентов и студентов; положительной мотивацией сотрудников и студентов; уровнем и

качеством методического и материально-технического обеспечения; компетентностью профессорско-преподавательского состава и других сотрудников; качеством технологий обучения; качеством технологий оценки; качеством процессов руководства вузом.

Стандарты ИСО серии 9000 отвечают на вопрос, **что необходимо** сделать для создания в организации основ для постоянного совершенствования и улучшения деятельности. Практика внедрения этих стандартов отвечает на вопрос, **как этого добиться**. Стандарты ИСО серии 9000 — это стандарты для всеобщего, многократного применения, это стандартизированная философия качества, задача которой организовать мышление определенным образом. В связи с этим необходимо понимать, что система менеджмента качества вуза разрабатывается только для данного вуза и отвечает на вопрос, как осуществлять менеджмент качества в соответствии с ресурсами, кадрами, традициями, видами деятельности, характерными только для этого вуза.

Система менеджмента качества вуза представляет собой совокупность взаимосвязанных и взаимодействующих процессов. Она позволяет создать оптимальную структуру управления, улучшить качественные и количественные показатели образовательных услуг, развивать материально-техническую базу, обеспечить рост материального

благополучия преподавателей и сотрудников, создать гибкую систему маркетинга, развить комплекс фундаментальных и прикладных исследований, разработать механизм корпоративной солидарности персонала и обучаемых.

Всем участникам системы менеджмента качества необходимо в первую очередь овладеть регламентированным порядком осуществления всей деятельности, связанной с учебно-образовательным процессом:

- определить организационную структуру СМК, согласованную с общей системой управления университетом;

- определить ответственность и полномочия должностных лиц;

- регламентировать порядок выполнения работ, связанных с учебным и воспитательным процессами подготовки специалистов;

- применить системный подход к овладению современными технологиями обучения студентов;

- установить единый порядок управления организационно-распорядительной и регламентирующей документацией университета.

Внедрение системы менеджмента качества позволит вузу **«учить не только тому, что существует, а также учить, как получить знания, которых еще нет, и как сделать то, чего еще не существует»**.

*УДК 378.146(574)*

*А.З. ИСАГУЛОВ  
Ю.Н. ПАК  
В.С. ПОРТНОВ  
А.А. СМОЛЬКИН*

### **Разработка системы рейтинговой оценки деятельности профессорско-преподавательского состава, кафедр и факультетов**

Создание системы рейтинговой оценки деятельности профессорско-преподавательского состава является обязательным и востребованным в связи с интеграцией Республики Казахстан с международным образовательным пространством и внедрением стандартов качества. Это означает, что учебно-познавательный процесс в вузе должен быть поставлен на высокий профессиональный уровень и критерием конкурентоспособности вуза является качество знаний, умений и навыков, получаемых выпускниками. Общеизвестно, что невозможно достичь хороших результатов без четкой, аргументированной работы как по обеспечению качества подготовки специалистов, так и по управлению всеми процессами при подготовке специалистов с высшим образованием в рамках внедряемой национальной системы оценки качества образования.

В основу системы оценки качества образовательного процесса в КарГТУ положена система мер, обеспечивающая его постоянный мониторинг, начиная с первого учебного занятия и завершая защитой дипломных проектов (работ). Для организации учебно-воспитательного процесса на базе новейших технологий обучения, активизирующих самостоятельное творческое мышление студентов и

стимулирующих рост профессионального мастерства профессорско-преподавательского состава, в КарГТУ с 2002 г. принята тестово-рейтинговая система обучения и контроля знаний студентов.

Важным стимулом развития любых активных систем является соревнование. Потребности в состязательности присущи и человеку, и коллективу. В производительной сфере соревнование проявляется через реализацию продукции — лучшая находит больший спрос, способствуя процветанию предприятия, фирмы. В образовательной области потребности в соревновании не менее остры, хотя и не могут быть реализованы через объективные критерии выпускаемой продукции, т.к. сопоставление качества выпускников представляет собой сложную, трудно формализуемую задачу. При этом результаты оценки качества отдалены от процесса обучения значительным промежутком времени.

Задача сопоставления качества оказания образовательных услуг в вузе может быть решена применением рейтинговой системы оценки деятельности профессорско-преподавательского состава и основных структурных подразделений вуза — кафедр и факультетов с целью интенсификации их работы. Основная проблема, возникающая при решении этой задачи, заключается в том, что каждая

кафедра, учебная дисциплина отличаются своей специфичностью и трудно подобрать минимальное число показателей, позволяющих определить место каждого преподавателя, кафедры, факультета в ряду остальных. Кроме того, сотрудники и структурные подразделения, чья деятельность оценивается через рейтинг, должны быть готовы к результатам оценки, что необходимо для поддержания нормального психологического климата в коллективе.

С учетом опыта, накопленного за последние годы в КарГТУ при определении лучшей кафедры, лучшего факультета, и традиционного равнодушного отношения коллектива к подведению итогов предлагается система рейтинговой оценки деятельности преподавателей, кафедр и факультетов, отвечающая следующим требованиям:

- максимально возможная достоверность результатов — достоверность и сохранность исходных данных; согласованные с объектами оценки системы критериев; верифицированная процедура расчета рейтинга; простота интерпретации результатов оценки;

- технологичность процесса оценивания — ориентация форм отчетности на первичные источники исходных данных; минимальное участие оператора в процессе сбора и обработки данных; использование общедоступных средств для сбора и первичной обработки данных; использование специализированной системы расчета рейтинга.

Для выполнения данных требований необходимо выполнение следующих этапов.

1. Определение перечня критериев, используемых для оценки деятельности ППС, (кафедры, факультета).
2. Структурирование критериев с учетом их значимости.
3. Установление значимости критериев в группах.
4. Формирование перечня первичных показателей.
5. Определение формул для расчета рейтинга преподавателей.
6. Создание программы автоматизированного расчета рейтинга ППС с учетом всех показателей.
7. Создание программы автоматизированного расчета рейтинга кафедры и факультетов.
8. Подготовка исходных данных для расчета рейтинга.
9. Выбор метода расчета обобщенной оценки.
10. Расчет рейтинга ППС, кафедр, факультетов.
11. Анализ результатов оценки и использование их для корректирующих действий.

Высокая размерность задачи (более 30 кафедр и наличие 59 критериев) требует автоматизации подготовки и обработки исходной информации, поступающей в ЦКГТ; ее накопления по результатам учебного года по каждому преподавателю, кафедре, факультету. Центральной задачей при создании рейтинговой оценки деятельности профессорско-преподавательского состава является выбор критериев, удовлетворяющих следующим требованиям: полнота охвата деятельности ППС, отражение инновационных методов обучения и контроля знаний студентов; избыточность и непротиворечивость критериев; использование простых, легко проверяемых и количественно

оцениваемых первичных показателей; относительность оценок, обеспечивающая правомерность сопоставления итогов работы преподавателей различных кафедр; различная значимость критериев; возможность их группировки по принципу семантической близости.

Первостепенное значение для качества системы оценки имеет четкость формулировки поставленной цели. Факультет, кафедру можно рассматривать как производственные единицы, производительные силы которой — преподаватели, а выпускаемая продукция — образовательные услуги для студентов. В соответствии с таким подходом оценка деятельности данных структурных подразделений сводится к оценке удельной нагрузки каждого преподавателя, что позволит сопоставить факультеты и кафедры, имеющие различную численность и состав.

С учетом специфики кафедр, осуществляющих подготовку специалистов в университете, выбрано 59 критериев в виде иерархической структуры. Подобно дереву целей использован принцип «от общего к частному». Вершинам дерева иерархии ставятся в соответствие следующие критерии: корневой вершине — глобальный, вершинам промежуточных ярусов — локальные, а нижнему — первичные. Глобальный и локальный рассчитываются на основе первичных, что позволяет сопоставить значимость различных видов работ, выполняемых преподавателями кафедр различных циклов.

Основные направления деятельности ППС и их значимость в баллах приведены в таблице 1.

Таблица 1

#### ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ППС И ИХ ЗНАЧИМОСТЬ

№	Показатель	Балл (максимальный)
1	Научно-профессиональная подготовка	20
2	Учебно-методическая работа	30
3	Организационная деятельность	20
4	Учебно-инновационная деятельность	20
5	Создание материальной базы и программных продуктов	15
6	Научно-исследовательская деятельность	30
7	Качество подготовки студентов (результаты тестирования)	15
8	Общественная и воспитательная работа	20
9	Особо значимые результаты, не отраженные в пп. 1-8	30
	Итого:	200

Научно-профессиональная подготовка профессорско-преподавательского состава и качество подготовки студентов учитываются отдельными значениями критериев: наличие ученой степени, звания; повышение квалификации, стажировка; соответствие базового образования читаемым курсам; проведение занятий на казахском языке в группах с казахским языком обучения.

В учебно-методическую работу входят: разработка государственного стандарта специальности, типовых и рабочих программ; издание учебников, учебных пособий, методических указаний к различным видам учебных занятий; разработка электронных версий учебно-методического



обеспечения; укомплектованность учебно-методического комплекса учебных дисциплин.

Организационная деятельность характеризуется следующими критериями: участие в работе ГАК в другом вузе в качестве председателя или члена; открытие и обеспечение учебного процесса по новой специальности; разработка концепции развития кафедры; участие в комиссиях по подготовке материалов к ученому совету и других комиссиях университета; подготовке симуляторов, методических разработок для СРС по кредитной технологии обучения; руководство дипломным проектом, внедренным в учебный процесс или производство; доклад на учебно-методических конференциях в университете и других вузах.

Раздел «Создание материальной базы и программных продуктов» содержит следующие пункты: оснащение современным оборудованием, приборами; внедрение в учебный процесс новых лабораторных работ с их техническим обеспечением; модернизация существующего учебно-лабораторного практикума; обеспеченность кафедры; создание программного продукта и внедрение его в учебный процесс.

Учебно-инновационная деятельность ППС характеризуется следующими критериями: участие в инновационной и экспериментальной педагогической деятельности; использование в учебном процессе современных образовательных технологий; использование компьютерных технологий обучения и контроля знаний студентов; использование активных форм и методов обучения; использование аудио- и видеотехники и дистанционного обучения.

Раздел качества подготовки студентов характеризуется результатами компьютерного тестирования студентов второго и старших курсов (результаты промежуточного государственного контроля) и результатами автоматизированного тестирования по учебным дисциплинам в компьютерных залах ЦКГТ университета. Научно-исследовательская деятельность характеризуется следующими видами работ: руководство магистрантом, аспирантом, получение диплома кандидата или доктора наук, выполнение хозяйственных, фундаментальных и прикладных научных исследований, внедрение НИР в производство, получение патентов и предпатентов, выпуск монографий, издание статей и тезисов докладов и др.

Общественная и воспитательная работа кураторов характеризуется успеваемостью студентов в курируемой группе за год, отчислением студентов, поощрением студентов приказом ректора, количеством студентов, принявших участие в спартакиадах художественной самодеятельности, КВН, конкурсах НИР, ССО и т.д.

В случае выполнения ППС особо значимой для университета работы, не отраженной в основных направлениях деятельности, предусмотрены поощрительные баллы.

Быстрое и эффективное внедрение рейтинговой оценки деятельности профессорско-преподавательского состава и повышение качества подготовки кадров

на современном этапе невозможны без исполнительской дисциплины людей, ее реализующих. Задача руководителя подразделения состоит в том, чтобы создать творческую атмосферу и организационную структуру, которая лучше всего отвечает целям и задачам коллектива.

При рассмотрении механизма управления кафедрой принципиально важно исходить из того, что управление — это не просто комплекс мероприятий в виде функций, а органически целостная система, подкрепленная конкретными мерами поощрения и наказания. В разделе «Штрафные санкции и поощрительные меры» отражены следующие штрафные критерии: нарушение исполнительской дисциплины (невыполнение приказов, распоряжений руководства, требований СМК), отраженное в письменной форме на уровне кафедры, факультета, университета; неповышение квалификации более 5 лет; нарушение трудовой дисциплины (опоздание на занятие, преждевременное его завершение, срыв занятия). Полученные ППС дисциплинарные меры воздействия (замечание, выговор, строгий выговор) уменьшают количество «заработанных» баллов.

С целью минимизации затрат на ввод и обработку первичных данных кафедрой в начале учебного года оформляется список профессорско-преподавательского состава в бумажном и электронном виде с присвоенными кодами кафедры и преподавателей. Каждой кафедре присваивается двухразрядный код, а преподавателю — трехразрядный.

Затем формируется сводная таблица (табл. 2) для расчета рейтинга ППС, кафедры и факультета, в правой части которой в бумажном варианте имеются подписи, подтверждающие выполнение данного раздела каждым преподавателем (зав. кафедрой, начальником структурного подразделения УМО, НИЧ). Подобным же образом кодируются и другие виды работ по расчету рейтинга преподавателей.

Кафедры представляют данные в соответствии с табл. 2 по окончании учебного года в электронном и бумажном вариантах, подписывают у соответствующих руководителей структурных подразделений и вводят их в банк данных группой эксплуатации центра компьютерных технологий и телекоммуникаций.

Расчет индивидуального рейтинга преподавателя осуществляется в ЦКГТ сложением полученных баллов по всем видам работ и отдельно кураторов учебных групп по разделу «Общественная и воспитательная работа» с целью определения лучшего куратора с помощью программных средств. По расчетным значениям рейтингов преподавателей производятся их ранжирование и расчет рейтингов кафедр (факультетов) в ЦКГТ по суммарному рейтингу преподавателей, деленному на среднегодовое количество единиц штатных преподавателей, включая совместителей. Ранжирование преподавателей на основе рейтинговой оценки их деятельности, а также ранжирование кафедр, факультетов осуществляется ежегодно к началу следующего учебного года и служит основанием для определения коэффициента трудового

участия, совершенствования форм оплаты труда и будет учитываться при избрании на следующий год.

Учитывая специфику кафедр, планируется их разделение на две категории — невыпускающие и выпускающие.

Как известно, начиная с 2004/2005 уч. г. студенты первого курса готовятся по кредитной технологии, в основу которой положены права студентов выбирать и дисциплину, и преподавателя. Это означает, что рейтинг преподавателя, и в особенности качество

подготовки его студентов, будет являться основным объективным критерием для осуществления выбора студентом дисциплины и преподавателя.

Система рейтинговой оценки деятельности профессорско-преподавательского состава, кафедр, факультетов внедряется после апробации в течение 2004/2005 уч.г. с последующим внесением изменений и дополнений решениями учебно-методического совета и ученого совета университета.

Таблица 2

РАБОТЫ, ВЫПОЛНЕННЫЕ ППС

Раздел	Код вида работ	Код преподавателя										Показатели кафедры	Подпись зав. каф.	Подпись начальника структурного подразделения
Научно-профессиональная подготовка ППС	1													
	2													
	3													
	4													
ИТОГО														
Учебно-методическая работа	5													
	6													
	7													
	8													
	9													
	10													
	11													
12														
ИТОГО														

УДК 37.01:004

А.М. ЛАМЗИНА  
Н.Г. СУХОВА  
Л.И. ФЕДОРАШКО

**Применение компьютерных технологий для усиления эффективности коррекционного воздействия в раннем возрасте**

Компьютеризация процесса образования носит неизбежный и объективный характер и должна представлять собой единство технологических, педагогических, экономических и организационных мероприятий [1-5], но в процессе их реализации возникают определенные проблемы.

Учебные планы обучения студентов в высших учебных заведениях содержат соответствующие дисциплины, например «Информатика», изучение которых направлено на овладение информационными технологиями. При этом учебные программы, как правило, рассчитаны на низкий уровень компьютерной грамотности у студентов первого курса, а то и на ее полное отсутствие. На самом деле, как показывают наблюдения за контингентом студентов, условно существуют три категории студентов:

- студенты, имеющие повышенную компьютерную грамотность;
- студенты, имеющие начальную компьютерную грамотность;
- студенты, не обладающие компьютерной грамотностью (не владеющие компьютерными технологиями).

Анализ ситуации показывает, что первая из рассмотренных категорий, прежде чем поступить на первый курс высшего учебного заведения, овладели навыками обращения с компьютером в школе или на специальных курсах и, как правило, у многих студентов из этой категории есть персональные компьютеры дома. Необходимо также отметить, что это в основном городские жители из семей с достаточно высоким уровнем жизни.

Вторая категория студентов является основной и наиболее многочисленной, технология работы с

компьютером ими освоена на базе общеобразовательной школы и уровень их знаний существенно зависит от уровня преподавания информатики в школе и имеющихся там технических средств. Именно на эту категорию и рассчитаны учебные программы первых курсов высших учебных заведений.

Третья категория студентов в идеальной системе образования должна была вообще отсутствовать, однако несовершенство отдельных звеньев системы образования приводит к генерации некоторого количества учащихся, имеющих на руках аттестат о среднем образовании, но далеких от компьютерных технологий. Конкретные причины их появления обычно банальны: это отсутствие компьютерной техники или соответствующего преподавателя в школе, недостаточное финансирование удаленных учебных заведений и тому подобное. Среди указанного контингента большое количество составляют сельские жители и жители небольших городов и поселков. Тем не менее, реализуя свое право на образование, часть этого контингента попадает в высшие учебные заведения и на первом же курсе сталкивается с необходимостью освоения компьютерных технологий в усиленном темпе, в больших коллективах, с большой интеллектуальной и эмоциональной нагрузкой, что им не всегда удается успешно выдержать.

Задача системы образования так построить учебные процессы, чтобы исключить наличие указанной категории студентов на первом курсе. В настоящее время государство выделяет огромные средства не процесс компьютеризации не только высших учебных заведений, но и общеобразовательных школ, выстраивая этот процесс по линии «среднее учебное заведение — высшее учебное заведение» [1-5]. Однако для преодоления указанных выше негативных явлений, по мнению авторов, необходимы определенные коррекционные воздействия и на систему подготовки учащихся в целом и на самих учащихся, направленные на возможно раннее компьютерное обучение. То есть необходимо выстраивать компьютерную подготовку по линии «дошкольное учебное заведение — среднее учебное заведение (школа) — высшее учебное заведение» [5]. Естественно, что при такой схеме проблем в системе образования становится только больше — как финансовых (где взять средства на компьютерную технику дополнительного звена обучения), так и методических: с какого возраста и как обучать компьютерным технологиям до поступления в школу, где взять обучающие программы и как готовить преподавателей соответствующей квалификации.

Вопрос о том, с какого возраста необходимо обучать детей компьютерным технологиям, активно обсуждается специалистами уже длительное время и мнения высказываются разные [1-6], однако сама жизнь, в лице производителей компьютерной техники, дала определенный ответ на этот вопрос. Последнее время эта ниша была заполнена детскими игровыми компьютерами невысокой стоимости, типа широко известных игровых приставок «Dendy», «Sega» и им

подобными. К сожалению, эти компьютерные средства, развивая моторные навыки, не дают интеллектуальных навыков, а скорее даже вредны, из-за идеологии поведения, заложенной в имеющиеся игровые программы.

В настоящее время на рынке компьютерных технологий нашего региона появились недорогие модели компьютеров, разработанных французской фирмой Lexibook и японской фирмой HANZAWA, производства Китая [7], специально предназначенные для пользователей раннего возраста.

В таблице 1 приведены основные модели этих компьютерных средств. Приведенные модели соответствуют международным стандартам безопасности ASTM, F963, EN71, EN50088, EMC [7]. Обучающие программы указанных компьютеров хорошо адаптированы к указанному в таблице возрасту и обладают широкими возможностями, более подробно с которыми можно ознакомиться в [7], при этом необходимо отметить прекрасные технические возможности учебного компьютера Lexibook Junior 470 Power MULTI.

Таблица 1

## ОСНОВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ ОБУЧАЮЩИХ КОМПЬЮТЕРОВ

Тип компьютера	Возраст пользователя, лет	Количество обучающих программ	Язык общения	Органы управления
Lexibook Junior 128 Power ULTRA	3-5	15	русский	клавиатура, мышь
Lexibook Junior 220 Power EDUCATION	4-7	22	русский	клавиатура, мышь
Lexibook Junior 470 Power MULTI	от 6	115	русский, английский	клавиатура, мышь
Hanzawa 11540 Power NOTEBOOK	от 5	80	русский, английский	клавиатура, мышь
Hanzawa 10490 Slim DESKTOP	от 6	60 + 60	русский, английский	клавиатура, мышь

Благодаря содействию городского управления образования г. Караганды в области внедрения компьютерных технологий по указанной выше схеме, начиная с дошкольных учебных заведений, у авторов появилась возможность апробации некоторых из указанных в таблице компьютерных средств, в дошкольном учреждении. Речь идет об обучающих компьютерах Hanzawa 11540 Power NOTEBOOK и Hanzawa 10490 Slim DESKTOP. Количество обучаемых составило 10 человек, в возрасте от 4 до 6 лет. В процессе занятий по освоению имеющихся учебных программ установлено, что свойства учебных программ и технических средств соответствуют обучаемому контингенту и формируют позитивное отношение к компьютерной технике, причем не только у обучаемых, но и у преподавателей. При этом замечено, что помимо фронтальных занятий, обучаемые проявили интерес и стремление к свободному пользованию компьютером, без надзора преподавателя, согласно освоенным ими правилам.

Анализ сложившегося процесса обучения показал, что наибольшую эффективность дает чередование занятий на компьютере с рефлексией, когда у обучаемых есть возможность обменяться впечатлениями и задать вопросы преподавателю. Особенностью программ в апробированных компьютерах является интерактивный режим общения с пользователем, включая звуковое сопровождение действий и выдачу правильного ответа, в случае если пользователь не выполняет задание за контрольное время, что способствует процессу обучения и делает общение с компьютером дружественным. Выработываемое при этом позитивное отношение ребенка к компьютеру эмоционально окрашивает любое занятие, позволяет работать легко и с интересом. При этом важно, учитывая возраст обучаемых, не принуждать их к работе с компьютером, обеспечивая возможность прервать обучение индивидуально, в случае информационной или физической перегрузки обучаемого. Задания и программы, имеющиеся в указанных компьютерах, могут стать частью комплексных занятий по освоению уже существующих программ обучения, доказавших свою эффективность на практике. При этом использование учебных компьютеров в указанной ситуации позволяет выполнять и диагностическую функцию, выявляя в процессе обучения способности и склонности обучаемого и тем самым закладывать у

него основы профессиональной ориентации, а также вести индивидуальную коррекцию восприятия, внимания, памяти, организации мыслительных операций.

Недостатком апробируемых компьютеров, который был выявлен в процессе занятий, является невысокое качество дисплея, что требует строгого соблюдения санитарно-гигиенических норм по зрению и режиму занятий.

В дальнейшем, по мере накопления практического опыта применения рассмотренных обучающих средств, требуется корректировка существующих методик обучения с учетом появившейся возможности внедрения в процесс обучения компьютерных средств. Наибольший эффект от этого следует ожидать в тех местах, где в ближайшее время не предполагается поступления большого количества компьютеров профессионального уровня, так как стоимость указанных обучающих компьютеров на порядок ниже и для их обслуживания не требуется специально обученный персонал, что немаловажно, например, в сельских районах.

Использование обучающих компьютеров по предлагаемой методике позволит обеспечить доступность и преемственность всех уровней образования, предусмотренные государственной программой развития образования Республики Казахстан.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абдрасилов Б.С. Информационные технологии в образовании: состояние, перспективы // Тр. Международного симпозиума «Информационные и системные технологии в индустрии, образовании и науке», посвященного 50-летию КарГТУ (24-25 сентября 2003 г.) / М-во образования и науки Республики Казахстан; Междунар. акад. информатизации; Караганд. гос. техн. ун-т. Караганда: Изд-во КарГТУ, 2003. С. 4-8.
2. Антонова Н.А., Полупан К.Л. Основные проблемы компьютеризации образования // Там же. С. 28-30.
3. Калиева А.Б. Преимущества и недостатки компьютерного обучения // Там же. С. 78-82.
4. Калиева А.Б. Роль компьютерных технологий в образовании // Там же. С. 83-85.
5. Лихачева Е.Н. Повышение эффективности педагогической помощи детям дошкольного возраста с ЗПР путем применения компьютерных технологий // Там же. С. 89-93.
6. Смирнова М.А., Оспанова Ж.Б. О международных тенденциях использования информационно-коммуникационных технологий в школьном образовании // Там же. С. 132-135.
7. Сайт URL: [www.hanzawa.com.hk](http://www.hanzawa.com.hk).

УДК 658.5.011.0.56

А.А. ГОРЕВАЯ  
Г.И. ПАРШИНА  
Б.Н. ФЕШИН

#### Виртуальный лабораторный комплекс для исследования систем управления электроприводами

Трудами А.В. Башарина, В.И. Ключева, В.И. Новикова, Г.Г. Соколовского, Р. Шенфельда, А.Е. Козярука и других ученых разработаны принципы построения систем управления электроприводами, которые широко применяются в промышленности. В то же время техническая реализация этих систем в лабораториях университетов не всегда возможна по причине их высокой стоимости и сложности технического обслуживания. В настоящее время есть возможность преодолеть эти трудности средствами современных информационных технологий, например на базе пакетов имитационного и схмотехнического моделирования MATLAB, Matcad, Electronics Workbench и других, а также инструментальных

средств, позволяющих осуществлять построение электронных учебников и автоматизированных обучающих систем (АОС). Один из возможных подходов предлагается в данной работе.

В виртуальном лабораторном комплексе (ЛВК) содержание теории автоматизированного электропривода раскрывается в основных определениях, понятиях и классификационных признаках [1,2,3]: *электрический привод, передаточное устройство, электродвигательное устройство, преобразовательное устройство, управляющее устройство; по назначению все электроприводы разделяются: на силовые и сервоприводы; по количеству приводимых в действие*

механизмов электроприводы классифицируются как индивидуальные однодвигательные, индивидуальные многодвигательные; по типу электродвигателей постоянного тока: с независимым возбуждением, со смешанным возбуждением; с последовательным возбуждением; с параллельным возбуждением; с возбуждением от постоянных магнитов; по типу электродвигателя переменного тока: асинхронные с короткозамкнутым ротором, асинхронные с фазным ротором, синхронные, а также по типам передаточного устройства (редуктора), рабочего механизма (по типу статической нагрузки электропривода), по принципу реализации управляющего устройства и типу регулируемых (управляемых) координат.

Информация, раскрывающая определения и классификационные признаки теории автоматизированного электропривода, представлена в источниках [1-6], а в ЛВК формализована в виде раздела электронного методического пособия.

Электронные учебники и автоматизированные обучающие системы (АОС) повышают эффективность обучения студентов. Существуют инструментальные средства, позволяющие интенсифицировать и автоматизировать процесс подготовки подобных методических изделий. Такими средствами является язык HTML, текстовый редактор Word, графический редактор CorelDraw, табличный процессор Excel и специализированные программные оболочки. Применительно к решаемой задаче выбор оболочки должен определяться возможностью в процессе обучения переходить из одной среды в другую с целью подключения к процессу освоения теоретического материала систем, позволяющих проводить исследования виртуальных аналогов исследуемых объектов (электроприводов и систем управления электроприводами). Одной из таких программных систем является среда Moodle [9].

Система Moodle базируется на 3-х современных программных продуктах:

- язык программирования с открытым исходным кодом PHP. Он сконструирован специально для ведения Web-разработок и может внедряться в HTML-код;

- серверная программа управления базами данных MySQL;

- сервисная программа Apache, которая установлена на сервере и в ответ на запросы браузера выдает запрошенные документы.

Опыт разработки АОС показывает что отдельная порция информации, предлагаемая обучаемому, не должна быть более одной страницы экрана монитора. Предпочтение следует отдать рисункам и иногда формулам. Каждая переменная формул должна быть тщательно расписана. В АОС полезная информация, представленная в виде формул, текстов, рисунков и таблиц, должна разбиваться на отдельные фрагменты  $\Phi_i$ , где  $i = \overline{1, n}$ . К каждому фрагменту составляется список тестовых вопросов. С учетом традиционной технологии тестирования, каждый вопрос должен иметь не менее пяти ответов, при этом, в последнее время преобладает точка зрения, что один из них

должен быть абсолютно верным и полным, а все остальные формируются из него путем усечения какой-нибудь части. Иногда это выполнить не удается, тогда один ответ берут правильным, а остальные — неверные. Современные оболочки для формирования электронных учебников, а также оболочки для формирования АОС позволяют выходить в другие специализированные пакеты и использовать их функциональные возможности для выполнения расчетных или каких-либо других работ. Как отмечено выше, задачи, связанные с автоматизированными электроприводами, чаще всего решают в пакетах схемотехнического моделирования Electronics Workbench или имитационного моделирования MBTU, MIK, MATLAB. Один или несколько из тестовых вопросов для конкретного фрагмента курса могут трансформироваться в исследовательскую задачу  $C_i$ , выполняемую в среде какого-либо пакета программ. Схема работы с этой задачей будет следующая: после оценки задания обучающийся студент получает доступ в среду специализированного пакета прикладных программ, формирует программный аналог задачи или вызывает готовый программный аналог, устанавливает необходимые (заданные) параметры задачи и проводит имитационные исследования. Результат исследований выводится на экран монитора и на печать. Далее студент должен с учетом имеющихся знаний осуществить самостоятельный анализ результатов, под которым подразумевается качественная и количественная оценка временных зависимостей. Выполнив эту работу, студент набирает команду, возвращающую его в исходную точку электронного учебника, а на экране монитора ему предлагаются ответы на решаемую задачу. Студент устанавливает правильные, по его мнению, ответы, а система ставит ему оценку. Положительная оценка позволяет студенту продолжить изучение электронного методического пособия, а отрицательная используется для адресации студента в место, где он сможет получить необходимую порцию информации для исправления допущенных ошибок. Описанный алгоритм представлен на рис. 1.

В ЛВК реализованы следующие лабораторные работы.

1. Синтез следящего электропривода постоянного тока.

2. Исследование динамических свойств высокоточной системы стабилизации скорости.

3. Моделирование следящей системы с комбинированным каналом управления.

4. Расчет экстремума интегрального критерия качества АСУ электроприводом.

5. Разработка линейного оптимального регулятора для управления двухмассовым упругим объектом.

6. Модальное управление системы автоматизированного электропривода.

7. Параметрическая оптимизация следящей системы управления электроприводом по интегральному критерию качества от квадратичной формы.



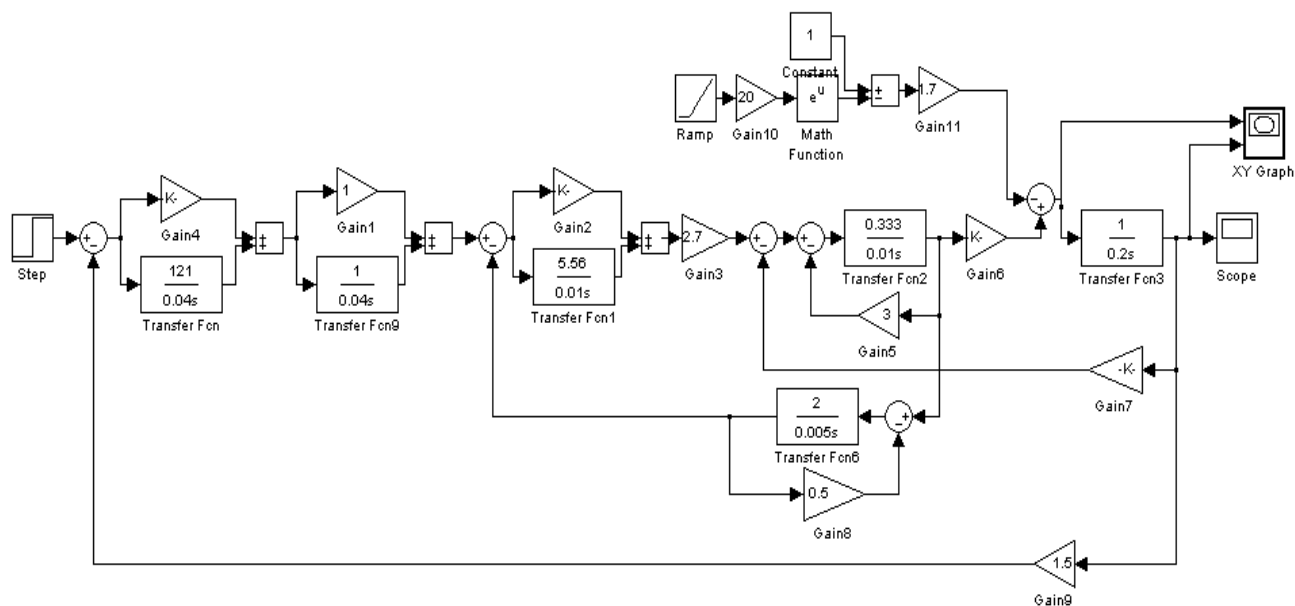


Рис. 2. Структурная схема высокоточной системы стабилизации скорости в ППП MATLAB

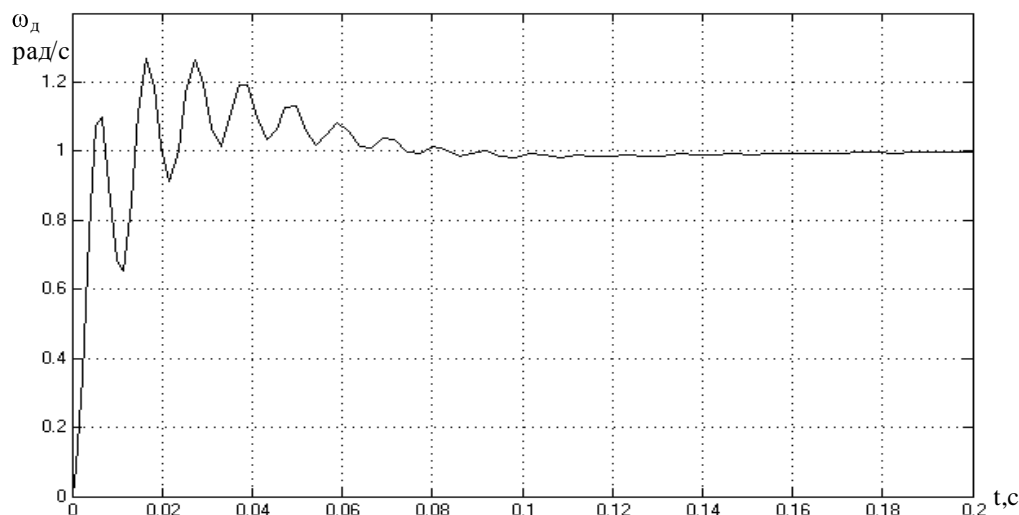


Рис. 3. Зависимость угловой скорости от времени

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ключев В.И. Теория электропривода: Учебник для вузов. М.: Энергоатомиздат, 1985. 500 с.: ил.
2. Шенфельд Р., Хабигер Э. Автоматизированный электропривод / Под ред. Ю.А. Борцова. М.: Энергоатомиздат, 1985. 481 с.
3. Брейдо И.В., Фешин Б.Н. Имитационное моделирование и параметрическая оптимизация АЭП. Караганда, 2003.
4. Башарин А.В., Новиков В.А., Соколовский Г.Г. Управление электроприводами: Учебн. пособие для вузов. Л.: Энергоиздат, 1982. 392 с.: ил.
5. Башарин А.В., Постников Ю.В. Примеры расчета автоматизированного электропривода на ЭВМ: Учебн. пособие для вузов. 3-е изд. Л.: Энергоатомиздат, 1990. 512 с.: ил.
6. Чиликин М.Г., Ключев В.И., Сандлер А.Г. Теория автоматизированного электропривода: Учебн. пособие для вузов. М.: Энергия, 1979. 616 с.
7. Андреев В.П., Сабинин Ю.А. Основы электропривода. М.: Гос. энергетич-ое изд-во, 1963. 772 с.
8. Козярук А.Е., Рудаков В.В. Современное и перспективное алгоритмическое обеспечение частотно-регулируемых электроприводов. СПб., 2004. 128 с.
9. Паршина Г.И. Опыт внедрения системы для дистанционного образования Moodle // Труды университета. №4(17) / КарГТУ. 2004. С. 13-15.
10. Гультаев А.К. Имитационное моделирование в среде Windows: Практическое пособие. СПб.: КОРОНА принт, 1999. 288 с.

## Раздел 2

## Геотехнологии. Охрана труда

УДК 622.013.3(574.31)

*А.С. САГИНОВ  
Л.И. ШУЛЯТЬЕВА*

### Анализ состояния и перспективы развития шахтного фонда Карагандинского бассейна

**А**нализ состояния и использования шахтного фонда на современном этапе, а также научных направлений оптимизации вариантов его эффективного функционирования позволяет сделать вывод о том, что проблема поиска оптимальных решений при выборе стратегических направлений его развития, оставаясь недостаточно исследованной, кроме того, в настоящее время получила новое содержание. Это обусловлено, в первую очередь, реструктуризацией угледобывающих предприятий, а также использованием мировых достижений в области технического перевооружения шахт.

В 80-х — начале 90-х годов в развитие предприятий угольной промышленности были вложены значительные средства. Только в предприятия Карагандинского угольного бассейна за период 1985-1990 гг. было произведено капитальных вложений около 939 млн рублей, в том числе на поддержание мощности — около 280 млн рублей. Обеспеченность шахт вскрытыми и подготовленными запасами вследствие произведенных вложений и с учетом производственных мощностей составила в среднем 10-12 лет. Наиболее перспективными по обеспеченности вскрытыми запасами, а следовательно, по срокам эксплуатации, на начало 90-х годов были шахты: «Сокурская» (юго-западный

блок и IV горизонт) — срок эксплуатации до 2005 г., «Актасская» (IV горизонт) — до 2000 г., им.Кузембаева (поле № 125/126) — до 2005 г., «Кировская» (III горизонт) — до 2005 г., им.Ленина (нижняя группа и нижний блок) — до 2007 г., им. Байжанова (VI горизонт) — до 2007 г., «Тентекская» (северный блок пластов  $\delta_{11}-\delta_8$ , нижний блок пласта  $T_1$ ) — до 2009 г., им.50-летия СССР, ныне им.Кузембаева (IV горизонт) — до 2010 г., «Шахтинская» (уклонное поле) — до 2009 г. Из-за снижения объемов угледобычи в первой половине 90-х годов, а также с учетом темпов отработки запасов в настоящее время шахты обеспечены вскрытыми запасами на ближайшие 5 лет. Шахты бассейна на начало 90-х годов обеспечивали объем годовой добычи более 43 млн при проектной мощности более 48 млн тонн. То есть до проведения рыночных реформ шахтный фонд бассейна имел значительный потенциал. При разработке проектов по развитию шахт основной упор производился на разработку мощных и средней мощности пластов. Принятые и частично или полностью реализованные проекты имели ряд недостатков, которые сказались в дальнейшем на эффективности капиталовложений. Так, к концу 80-х — началу 90-х годов в Карагандинском бассейне сложилось положение



состояния шахтного фонда, при котором становилась явной необходимость пересмотра дальнейшей политики его развития. Как одно из направлений решения этой проблемы предлагалось провести объединение ряда шахт с целью создания крупных рудников [1,2]. Предложенные планы развития шахтного фонда бассейна основывались на принятии направления на объединение смежных шахт, сокращение объемов поддерживаемых главных вскрывающих выработок, совместного использования технологических комплексов стволов и поверхностей шахт. Предложенное направление развития касалось шахт с наиболее перспективными по качеству и количеству запасами, а технологические решения обеспечивали сокращение капитальных вложений, упрощали схемы транспорта и вентиляции подземного горного хозяйства. Интенсификация угледобычи, достигаемая при этом, позволяла закрыть шахты, выработавшие свой технологический ресурс, дальнейшая эксплуатация которых потребует дополнительных капиталовложений, а их эффективность, вследствие сложных горно-геологических условий разработки запасов, будет отрицательной. Эти проработки были частично реализованы: произошло объединение некоторых смежных шахт, закрыты шахты, явно не представлявшие экономического интереса для новых собственников. В основу решений при объединении шахт в единое угледобывающее предприятие — Угольный департамент ОАО «Испат Кармет» — были приняты следующие критерии: перспектива развития горных работ, количество вскрытых запасов, не требующих значительных капиталовложений, качественные характеристики углей. В табл. 1 приведены данные о состоянии запасов угля, расчёт которых осуществлён согласно данным на начало 1994 г. с учётом их отработки на начало 2003 г. Кроме того, имеются значительные запасы угля на резервных и разведанных участках общим объёмом 1421,2 млн тонн. Таким образом, шахтный фонд бассейна обеспечен запасами угля для эффективного его развития.

Таблица 1

БАЛАНСОВЫЕ И ПРОМЫШЛЕННЫЕ ЗАПАСЫ УГЛЯ ПО ШАХТАМ КАРАГАНДИНСКОГО БАССЕЙНА

Наименование участков	Балансовый запас		Промышленный запас	
	млрд тонн	%	млрд тонн	%
Всего запасов,	2,06	100,0	1,152	100,0
в том числе				
Промышленный участок	0,65	31,5	0,36	31,2
в т.ч. ш.им.Костенко	0,12	5,8	0,036	3,1
Саранский участок	0,37	18,0	0,192	16,7
Чурубай-Нуриинский участок	0,74	35,9	0,42	36,4
Тентекский район	0,30	14,6	0,181	15,7

Интенсификация промышленного производства Республики Казахстан предопределяется увеличением потребности в энергетическом сырье, в том числе по проведенному авторами анализу: в течение 2005-2010 гг. потребность в углях марки К на энергетику и для коммунально-бытовых нужд составит 14500 тыс. тонн. Непокрытая потребность достигнет величины 11

млн тонн. Потребность в углях для коксования марок КЖ, К и ОС составит 19 млн тонн, а непокрытая потребность — 3,3 млн тонн. Кроме того, потребность в энергетических углях на внешнем рынке составляет 2,4 млн тонн в год, угля для коксования и угольного концентрата — около 1 млн тонн. В настоящее время шахтный фонд Карагандинского бассейна представлен 10 шахтами, из них 8 — в составе УД АО «ИспатКармет».

За последние годы наблюдается устойчивая тенденция роста технико-экономических показателей работы шахт Угольного департамента. В табл. 2 приведены сравнительные данные работы шахт бассейна до начала приватизации и в настоящее время. Общая проектная мощность объединённых в составе УД АО «Испат Кармет» шахт составляет 26400 тыс., а действующих ныне — 19800 тыс. тонн. Объём добычи действующих шахт более чем в 1,5 раза ниже их проектной мощности, что свидетельствует о том, что технологический потенциал шахт, сформировавшихся в результате объединения, ликвидации части стволов и перераспределения запасов угля, используется не в полной мере.

Таблица 2

СРАВНИТЕЛЬНЫЕ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ РАБОТЫ ШАХТ УД АО «ИСПАТ КАРМЕТ» ЗА 1990-2003 ГГ.

№№ п/п	Наименование показателя	Ед.изм. млн.т	Год	
			1990	2003
1.	Общая добыча угля подземным способом	т	43,3	12,55
2.	Среднесуточная нагрузка на шахту	т	4637	4923
3.	Среднесуточная добыча из 1 очистного забоя	т	893	3255
4.	Среднедействующее количество очистных забоев на одну шахту	шт	4,58	1,512
5.	Среднедействующая длина 1 забоя	м	125	168
6.	Проведение подготовительных выработок	км	367,2	53,6
7.	Удельный объём проведения выработок	м/тыс.т	8,48	4,27
8.	Производительность труда рабочего по добыче	т/мес	74,6	79,1
9.	Среднесписочная численность персонала в расчёте на 1 шахту	чел.	4385	3238
10.	Среднесписочная численность рабочих на 1 шахту	чел.	1881	1654
11.	Зольность добытого угля	%	32,5	31,4

За период 1996-2003 гг. среднегодовые темпы прироста добычи угля составляют более 9 %, нагрузки на очистной забой — до 11 %. Производительность труда рабочего по добыче только за последние два года увеличилась более чем на 14 %, а по сравнению с 1990 г. — только на 5 %. Однако несмотря на значительное, в 3,6 раза, увеличение нагрузки на очистной забой, снижение удельного объёма проведения выработок почти в 2 раза, численность рабочих, занятых на подземных работах сократилась только на 13,7 %. Техничко-технологические и проектные решения, которые нашли применение на шахтах Карагандинского бассейна при вскрытии, подготовке и отработке свит пластов, способы дегазации, управления кровлей, схемы транспорта и вентиляции шахт с целью максимального обеспечения

безопасного ведения горных работ подробно изложены в работе [1]. Однако с внедрением на основных процессах угледобычи высокопроизводительной техники выявилось несоответствие параметров технологических схем, процессов и подсистем шахт, обоснованных ранее при разработке вариантов с применением очистной техники, производительность которой более чем в 10 раз ниже. Так, при проектировании шахт и новых горизонтов за основу определения годовой проектной мощности были приняты нормативные нагрузки на очистные забои в пределах 900-1500 тонн в сутки, исходя из чего и в соответствии с возможными вариантами развития горных работ определялось количество очистных забоев, далее объёмы и параметры горно-подготовительных работ, схем вентиляции и транспорта. Исходя из этого осуществлялось проектирование шахтного подъёма, местоположения и пропускной способности вентиляционных стволов. В табл. 3 приведены основные технические характеристики действующих шахт бассейна.

Таблица 3

ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ  
ДЕЙСТВУЮЩИХ ШАХТ КАРАГАНДИНСКОГО БАССЕЙНА

Шахта	Годовая проектная мощность, тыс.т	Производительность склипового подъёма, тыс.т в год		Пропускная способность стволов, м <sup>3</sup> /с	
		угольного (18 час/сут)	породного (18 час/сут)	воздухоподающих	вентиляционных
им. Костенко	3200	3133	1380	1004	1207
им. Кузембаева	2400	2500	830	454	573
«Саранская»	1500	3650	730	758	1690
«Абайская»	1500	1800	1050	530	790
«Казахстанская»	2700	3600	840	794	916
им. Ленина	2700	1840	440	930	1020
«Шахтинская»	1800	2500	900	530	530
«Гентекская»	4000	4000	880	806	608
«Кировская»	2100	1800	1050	604	646
им. Горбачёва	2400	1690	-	770	1170
им. Байжанова	1250	1250	-	420	496

Снижение среднедействующего количества очистных забоев, вследствие роста нагрузки, обусловили повышение концентрации горных работ. Согласно данным табл.2, снижение удельных объёмов проведения выработок в 2 раза, а поддерживаемых выработок в 1,7 раза привело к уменьшению количества воздуха, необходимого для проветривания шахты, что, при имеющейся пропускной способности вентиляционных стволов, обеспечило значительный его резерв. Внедрение высокопроизводительной техники и технологии стран дальнего зарубежья определили необходимость поиска новых научных и методологических подходов к решению проблемы оптимального развития угледобывающих предприятий, направление которых обусловлено современным состоянием её решения.

1. В основу разработки прогрессивных технологических схем подготовки и отработки пластов, вентиляции и транспорта, способов охраны горных выработок и их крепления, борьбы с

выбросами, дегазации угольных пластов и управления кровлей, обоснования их количественных параметров, принимавшихся до сих пор при разработке вариантов развития горных работ и формировании объёмов угледобычи были положены наивысшие достижения работы шахт бывшего СССР при использовании технологического оборудования на основных подземных процессах, технико-технологические характеристики которого значительно уступают мировым аналогам, применяемым в настоящее время на шахтах стран СНГ. Это обусловило несоответствие параметров шахт и технологических схем подготовки и отработки запасов параметрам технологических процессов, определяемых для высокопроизводительного оборудования.

2. До настоящего времени при обосновании плано-проектных решений на различных стадиях эксплуатации шахт, целесообразности принимаемых решений использовались разные методологические подходы к формированию моделей оптимизации вариантов, обоснования критерия их оптимальности. Это приводило к тому, что невозможно было применение метода непрерывной оптимизации вариантов развития шахты на разных стадиях её эксплуатации.

3. Научные исследования посвящены либо решению проблем оптимизации технологических схем вскрытия, подготовки и отработки, либо оптимизации параметров отдельных процессов производства. При этом обоснование выбора технологических схем и их параметров осуществлялось с использованием среднебассейновых или среднеотраслевых нормативных параметров технологических процессов, а обоснование параметров технологических процессов и подсистем — с использованием нормативных параметров технологических схем, что приводило и в том и в другом случае к созданию статических моделей, не позволяющих решать проблему комплексно. Такой подход, имея значительный недостаток, так как приводил к погрешности расчётов, был оправдан на определённом этапе развития средств их автоматизации. Постоянный пересмотр плано-проектных решений на стадии разработки проектно-сметной документации из-за погрешности расчётов негативно сказывался на их эффективности. Взаимозависимость параметров технологических схем, процессов и подсистем шахты требует выработки механизма их совместной оптимизации, что особенно актуально с внедрением высокопроизводительной техники.

4. При формировании целевой функции моделей оптимизации шахто-вариантов, представляющей собой минимум затрат на производство, использовались либо стоимостные параметры, рассчитанные с учётом ограниченного числа влияющих факторов, либо фактические данные работы шахт, что усиливало статический характер модели, ограничивало сам процесс оптимизации и приводило к необходимости разработки механизма оптимизации для конкретной задачи исследования.

Научно-методологический подход к решению проблемы оптимального комплексного развития шахтного фонда в составе угледобывающего

предприятия изложен в работах [4, 5]. Практическое использование результатов исследований позволяет осуществлять моделирование и совместную оптимизацию параметров технологических схем, процессов и подсистем шахт при обосновании объёмов угледобычи, решить актуальную проблему

создания высокоэффективного производства и обеспечения необходимых темпов его развития путём рационального использования георесурсов, технико-технологического потенциала шахт, материально-технической и финансовой базы предприятия.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Карагандинский угольный бассейн: Справочник / Н.А.Дрижд, С.К.Баймухаметов, В.А.Тоблер, А.С.Сагинов, С.С.Квон, А.А.Ганжула, Л.И.Шулятьева. М.: Недра, 1990. 299 с.
2. Нефёдов П.П., Дрижд Н.А., Квон С.С. Проблемы сохранения и развития угольной отрасли Карагандинской области. Караганда, 1994. 92 с.
3. Шулятьева Л.И., Алиев С.Б., Сарсембеков П.М. Комплексный подход к развитию шахт им. 50-летия СССР и им. Т. Куземабаева // Совершенствование технологических схем разработки пластовых месторождений: Сб. науч. тр. Караганда: КарПТИ, 1989. С. 7-13.
4. Шулятьева Л.И. Технолого-экономические проблемы оптимального комплексного развития угледобывающих предприятий в рыночных условиях // Труды университета. Караганда: КарГТУ, 2004. №1. С. 87-90.
5. Шулятьева Л.И. Техничко-технологические проблемы оптимального комплексного развития угледобывающих предприятий // Уголь. 2004. №9. С. 57-60.

УДК 622.278

А.В. ЖИВАЕВА

### О контроле положения огневых забоев при подземном сжигании угля

Подземный теплогазогенератор как объект идентификации и управления является сложной нестационарной системой с распределенными параметрами, предварительная информация о которой носит интегральный характер и оказывается, как правило, недостаточной. В то же время процессы подземного сжигания угля в каждый момент времени достаточно локализованы в пространстве. В связи с этим особое значение для получения модели системы подземного сжигания угля приобретает знание параметров огневого забоя, его местоположения, пространственной ориентации, скорости перемещения.

На сегодняшний день известны следующие способы контроля положения огневых забоев.

В статье [1] для контроля за процессом подземной газификации предложена величина тепловой аномалии, возникающая в покрывающих породах от искусственного источника тепла и распространяющаяся в сторону дневной поверхности эксплуатируемого участка, где она фиксируется специальным датчиком-тепломером. На основании теплотрического метода контроля предложена схема управления процессом подземной газификации угля с обработкой результатов измерений и оптимизации процесса на ЭВМ. В работе [2] рассмотрена возможность использования установок электропросвечивания с разнополярными линейными токовыми электродами и с заземлением токовых электродов в кровле и почве угольного пласта для контроля продвижения фронта огневого забоя. В работе [3] предложен способ контроля положения огневого фронта, суть которого заключается в следующем: сжигаемый участок угольного пласта оконтуривают субпараллельными горными выработками. В почве выработок размещают линейные электроды (ЛЭ) и заземляют в породах на глубину, превышающую размеры зоны воздействия огневого фронта. Создают квазиоднородное

электрическое поле путем использования двух ЛЭ. При этом в каждой из выработок размещают по одному ЛЭ. Периодически измеряют характеристики поля по сети профилей на дневной поверхности до и после поджога. По изменению характеристик этого поля определяют положение фронта огневого забоя. Наибольшее распространение в современных исследованиях техники дистанционного контроля получили приборы, основанные на использовании электрических и сейсмических явлений. Один из способов [4] основан на том, что разогретый, спекшийся уголь в зоне реакции становится проводимым (его удельная проводимость меньше 1 Ом) и поэтому становится как бы частью электрода, отклоняя пропускаемый через угольный массив электрический ток. Изменения потенциала измеряются на поверхности зафиксированными в одну линию специальными вольтметрами, показания которых наносятся на двухразмерную контурную карту. В работе [5] предложен метод электрических сопротивлений, в основе которого лежат установленные в процессе физического моделирования закономерности изменения кажущегося электрического сопротивления комплекса «уголь-вмещающие породы» при огневой отработке пласта. В работе [6] предложен сейсмоакустический метод контроля положения огневого забоя, заключающийся в измерении скоростей распространения упругих волн при помощи серийной цифровой сейсмостанции с накоплением СНЦ-1.

Решение ряда важных задач контроля температурных режимов при подземной газификации угля может быть осуществлено на основе применения термочувствительных кабелей-датчиков (ТКД). В отличие от других типов датчиков температуры, ТКД позволяет зафиксировать температуру не в одной точке, а во всей области, где они пролегают [8].

При одновременном сжигании сближенных пластов угля в массиве вмещающих пород образуется,

по меньшей мере, два подземных теплогазогенератора. Физическое тепло, получаемое в результате сжигания угольных пластов, стабильность процесса горения и газификации существенным образом зависят от поведения вмещающих пород. Это влияние наиболее существенно в том случае, когда мощность пород междупластья соизмерима или больше мощности сжигаемых угольных пластов. Наличие таких горно-геологических условий характерно для участков Карагандинского угольного бассейна. Из перечисленных выше возможных способов контроля положения огневого забоя наиболее практичным является способ, связанный с измерением температуры массива горных пород. При этом используются специальные скважины, которые бурятся на пути предполагаемого движения зоны горения с поверхности [7]. Эти скважины оборудуются несколькими термопарами, устанавливаемыми на определенном расстоянии друг от друга на всю мощность угольного пласта от его почвы до кровли. Путем расположения замерных скважин на пути предполагаемого перемещения зоны горения получают полное представление о тепловой активности в трех измерениях. При этом необходимо отметить следующее.

1. Требуется частая сетка скважин, пробуриваемых с поверхности, что очень дорого и малоприменимо в промышленных условиях.

2. Измерение температуры можно проводить только в определенных точках, при этом точность определения продвижения фронта огневого забоя существенно уменьшается.

3. Требуется обсадка скважин во избежание их затопления при пересечении водоносного горизонта.

Разрабатываемый способ контроля заключается в использовании скважин, пробуренных в междупластье, и соответствующего аналитического решения задачи о прогреве пород междупластья (см. рис.). Скважины обсаживаются трубами, измерение температуры проводится термопарой, которая продвигается по трубе на специальном устройстве. В основу аналитического решения задачи о прогреве вмещающих пород положено известное решение задачи о мгновенном точечном источнике тепла, полученном в [9], которое, с учетом угла наклона реакционных

ностей огневых забоев, будет выглядеть следующим образом:

$$t(x, y) = \frac{q}{2\pi\lambda} \left( \int_{\frac{h}{2}}^{\frac{h}{2}+h_b} e^{-\left(\frac{v(x-x'_a)}{2a}\right)} \cdot K_0 \left( \frac{v\sqrt{(x-x'_a)^2 + (y-y')^2}}{2a} \right) \frac{dy'}{\sin\alpha_a} + \int_{\frac{h}{2}-h_n}^{\frac{h}{2}} e^{-\left(\frac{v(x+l-x'_i)}{2a}\right)} \cdot K_0 \left( \frac{v\sqrt{(x+l-x'_i)^2 + (y-y')^2}}{2a} \right) \frac{dy'}{\sin\alpha_i} \right), \quad (1)$$

где  $h$  — расстояние между пластами;

$h_b$  и  $h_n$  — мощности верхнего и нижнего пластов соответственно;

$v$  — скорость продвижения огневых забоев;

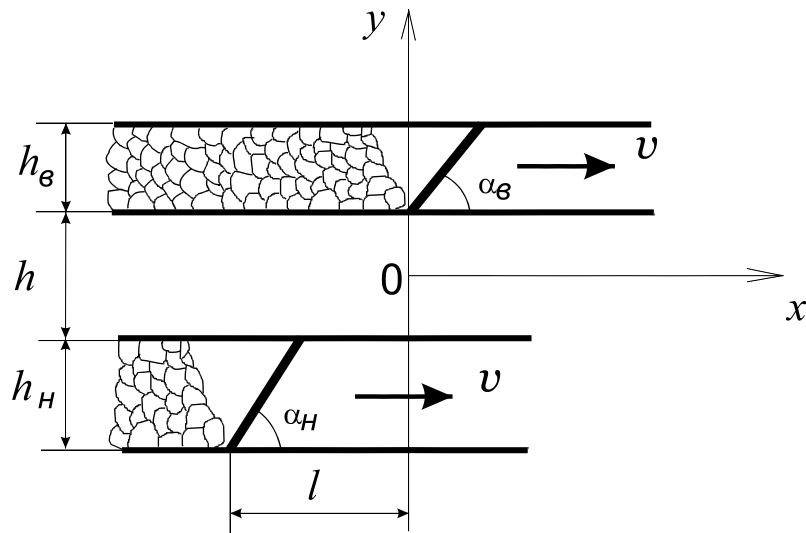
$\lambda$ ,  $\alpha$  — теплопроводность и температуропроводность среды соответственно;

$x'$ ,  $y'$  — переменные интегрирования;

$l$  — величина отставания нижнего забоя от верхнего;

$K_0$  — функция Мак-Дональда (бесселева функция 4-го рода нулевого порядка).

Сопоставление результатов измерения температуры пород междупластья наряду с исследованием решения (1) дает возможность определить положение огневых забоев при подземном сжигании сближенных пластов угля.



## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аренс В.Ж., Бирман И.М. Контроль и управление процессом подземной газификации угля // Геотехнология топливно-энергетических ресурсов. Киев, 1986. С. 220-230.
2. Умрихин В.Т. Контроль продвижения фронта забоя в процессе огневой отработки участка пласта методами электрометрии // Горные удары. Шахтная геология и геофизика. Л., 1988. С. 92-97.
3. А.с. 1464114 СССР, МКИ G 01 V 3/02.
4. Bartel L.C., Seavey R.W., Northrop D.A. Instrumentation for in situ coal gasification 111. Electrical techniques for remote monitoring — situ. 1978. 2. №4. С. 247-249.
5. Шкуратник В.Л. Геофизический контроль перемещения фронта огневого забоя при подземном сжигании угля // Получение различных видов энергии при подземном сжигании угля по технологии «Углегаз». М., 1988. С. 122-123.
6. Гладун Ю.В. О сейсмоакустических методах контроля положения огневого забоя в условиях подмосковного бассейна // Получение различных видов энергии при подземном сжигании угля по технологии «Углегаз». М., 1988. С. 130-131.
7. Austin H.E. Temperature monitoring aids coal gasification tests. — «Instrum. and Contr. Syst.». 1981. 54. №6. С. 39-41.
8. Ямщиков В.С., Шкуратник В.Л. Контроль процессов при подземной газификации углей. М.: МГИ, 1987.
9. Глузберг Е.И., Исагулов С.Т. Аналитическое исследование прогрева массива вмещающих пород при сжигании сближенных пластов угля. Рукопись деп. в КазНИИ НК № 2388-Ка88 от 09.11.88. 16 с. ил.

УДК 622.284.74.600.22-419.8

А.К. АКИМБЕКОВ  
Р.К. КАМАРОВ  
П.П. ОЛЕНЧЕНКО

### Влияние анкерного крепления на геомеханическое и газовое состояние массива, прилегающего к пластовой выработке

В связи с прогрессивной тенденцией перехода шахт Карагандинского бассейна на модель работы «шахта-лава» и подготовки высокопроизводительных лав возникает необходимость нарезки выемочных участков с достаточно большими запасами угля, а также проходки горных выработок с оптимальным креплением, обеспечивающим минимальные затраты времени на конечных операциях.

Освоение новых прогрессивных способов анкерного крепления горных выработок позволило повысить безопасность работ при креплении выработок, а также снизить уровень травматизма при ведении очистных работ на конечных операциях, вследствие недопущения расслоения пород в кровле.

На протяжении трех лет в условиях шахты им. Кузубаева на западном крыле ведутся работы по подготовке к отработке пластов К10, К12 с общими запасами 8,2 млн тонн.

Горные работы производятся ниже отметки гор.+150-в зоне, опасной по внезапным выбросам угля и газа (на глубине 438-577 метров). В течение 19 месяцев (с апреля 1999 по октябрь 2000 гг.) велась проходка конвейерного и вентиляционного уклонов

40К10-з с общей протяженностью 1060 метров. Уклоны проводились комбайном ГПКС, сечением в свету 10,3 м<sup>2</sup>. Выработки крепились металлической арочной крепью КМП-3А (рис. 1).

В связи с высокой газообильностью (6,52-7,38 м<sup>3</sup>/мин) проведение уклонов осуществлялось последовательно по 200 метров со сбитием их между собой сбоечными печами. Проветривание забоев производилось вентиляторами ВМЦ-8, двумя вентиляционными стовами с подачей в забой воздуха до 715-929 м<sup>3</sup>/мин.

При проведении выработок методом текущего прогноза было выявлено 19 зон, опасных по внезапным выбросам угля и газа. В соответствии с «Паспортом на проведение выработок» применялся полный комплекс противовыбросных мероприятий, включающий бурение опережающих разгрузочных, геологоразведочных скважин и скважин бортовой дегазации. За указанный период времени были пробурены 692 скважины общей протяженностью 18639 метров. В связи с большим объемом буровых работ, высокой газообильностью, частыми случаями выявления опасных по внезапным выбросам угля и

газа зон, темпы проходки составляли 40-60 метров в месяц.

С целью снижения затрат по времени подготовки лавы 42К10-з с запасами 1,6 млн тонн шахтой было принято решение по применению полевой схемы подготовки — проведению выработок по пласту К9 мощностью 0,6 м с последующим соединением ее вентиляционными квершлагами с конвейерным штреком 42К10-з. Проведение откаточного штрека

40К9-з производилось комбайном КСП-32 сечением 14,4 м<sup>2</sup> с темпами проходки 240-477 метров в месяц.

В период с мая по ноябрь 2003 года производилась проходка конвейерного штрека 42К10-з. За указанный период времени было пройдено 1030 м сечением 12,8 м<sup>2</sup>-14,4 м<sup>2</sup>.

На протяжении 160 м крепление выработки осуществлялось металлической арочной крепью КМП-3А. Через 15 метров, а в последующем через 60 метров

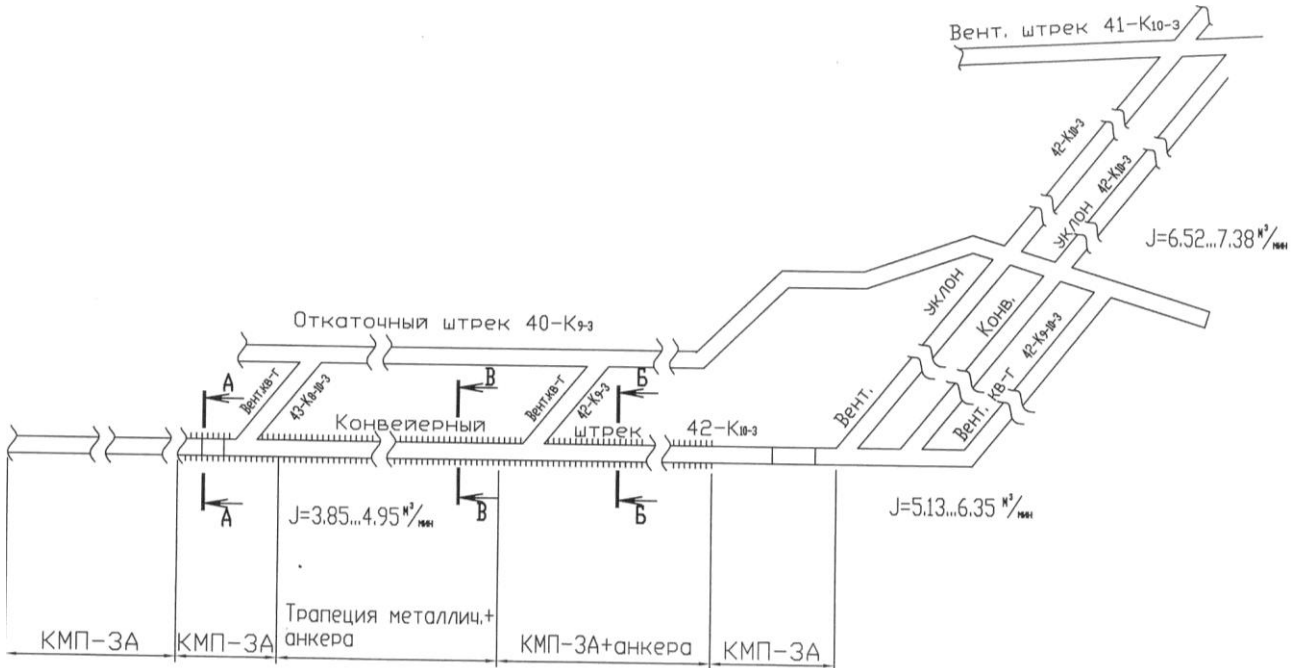


Рис. 1. Схема проведения конвейерного штрека 42-К10 — 3:

а — крепление арочное с анкерами; б — крепление полуарочное с анкерами; в — крепление трапециевидное с анкерами

проходки от места засечки, методом текущего прогноза были определены опасные по выбросам угля и газа значения показателя выброоопасности пласта. Поэтому проходка велась в соответствии с «Паспортом...» с бурением опережающих разгрузочных скважин и скважин бортовой дегазации. В целях увеличения темпов проходки и снижения стоимости проведения 1 п. м выработки с ПК 16 был осуществлен переход на комбинированное рамно-анкерное крепление с шагом установки рам 1,0 м и расстоянием между рядами анкеров 0,8-0,9 м (рис. 2).

Процесс возведения рамно-анкерного крепления происходил в следующей последовательности: после вырубке горной массы на величину отхода производилось бурение шпуров бурильной установкой «Супер-Турбо», которая при относительно малых габаритных размерах (1700-4600 мм, вес 45кг) позволяет забуривать металлический анкер КА-1-03 длиной 2,4 м с постановкой его на четыре полимерных ампулы КАКС-п в течение 4 минут. Таким образом, крепление забоя на величину отхода 0,7-0,8 м занимает 20-30 минут, после чего производится установка рамы крепи КМП-А3 или другой модификации и забуривание боковых анкеров.

После проходки 90 м был пересмотрен паспорт крепления, и дальнейшая проходка на протяжении 165 м велась специальным металлом с уменьшением расстояния между рядами анкерной крепи до 0,5 м (рис.2, сечение Б-Б).

С ПК 41 вновь был пересмотрен паспорт крепления. Сечение выработки при дальнейшей проходке на протяжении 310 м имело трапециевидную форму в сочетании с анкерной крепью при расстоянии между рядами анкеров 0,5 м (рис. 2, сечение В-В). При этом прямой профиль пришивался к кровле выработки 4 анкерами длиной 2,4 м, а между профилями, через 0,5 м, устанавливался штрипс с бурением и установкой 5 анкеров. Крепление боков выработки производилось с использованием анкеров длиной 1,8 м (4 анкера на 1 п. м).

Для определения контрольных смещений в кровле выработки через каждые 10 м по контурным реперам производилась нивелирная высотная съемка. Согласно результатам наблюдений, которые производились в период с 17.06.03 по 16.01.04 с периодичностью 2 раза в месяц, максимальные вертикальные смещения пород кровли составили 71-78 мм в районе ПК26-30 (рис. 3).

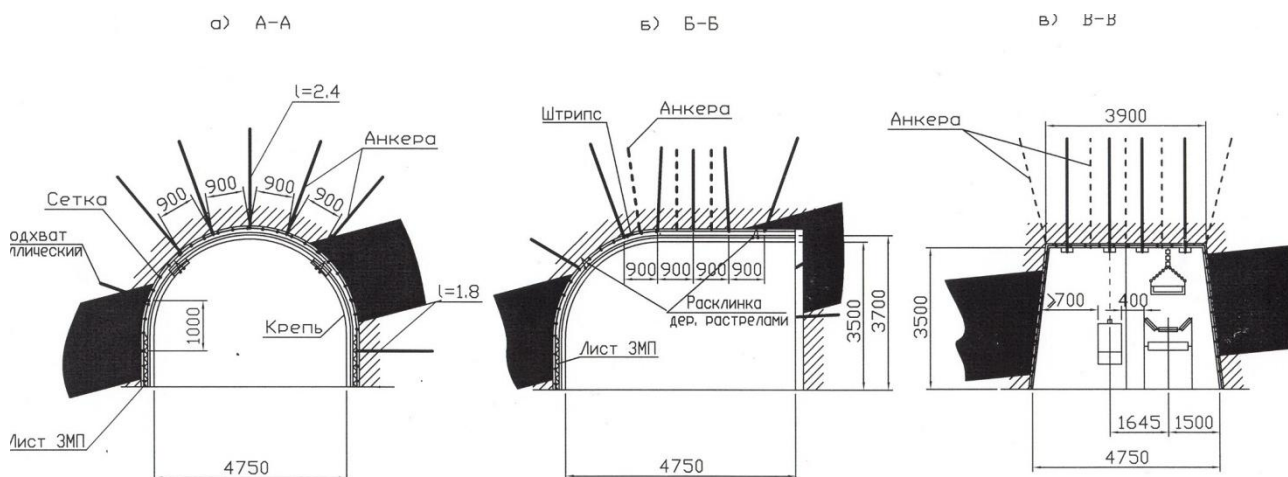


Рис. 2. Технологическая схема крепления конвейерного штрека 42-К10-3:

а — крепление арочное с анкерами; б — крепление полуарочное с анкерами; в — крепление трапециевидное с анкерами

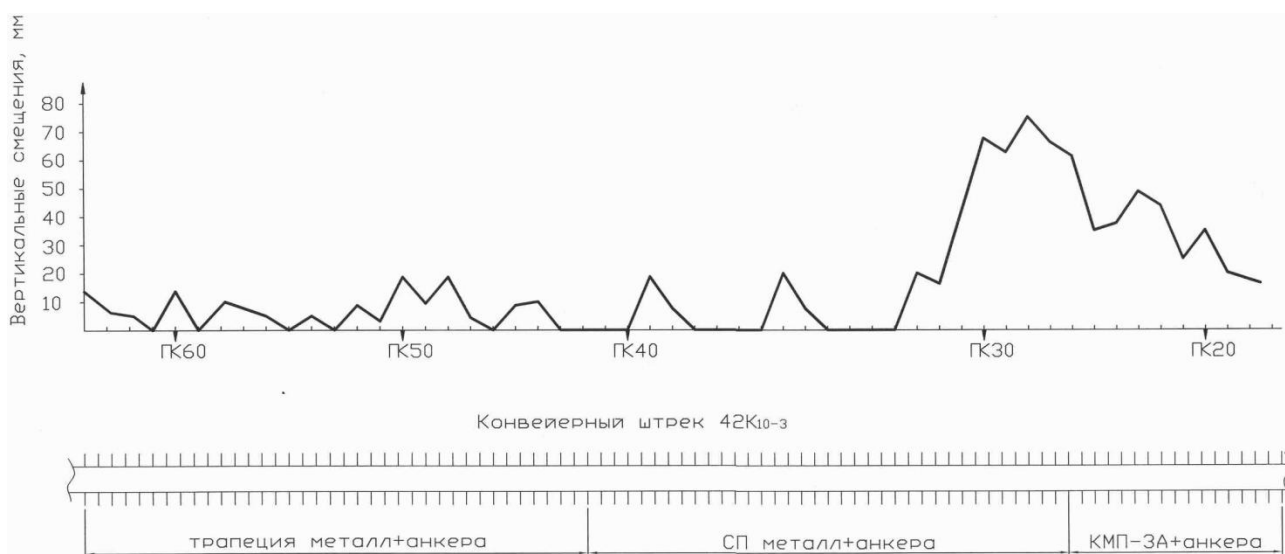


Рис. 3. Вертикальное смещение пород кровли конвейерного штрека 42-К10-3:

пк — 41 — 65 — крепление трапециевидное с анкерами; пк — 27-41 — крепление полуарочное с анкерами; пк — 16 — 27 — арочное крепление с анкерами

Уменьшение расстояния между рядами анкеров до 0,5 м и увеличение длины анкера до 2,4 м привело к стабильному снижению величины вертикальных смещений до 5-30 мм.

Уменьшение вертикальных смещений пород кровли привело к снижению вытеснения газа метана с прилегающего к выработке массива, уменьшению абсолютного газовыделения на 23% (1,5 м<sup>3</sup>/мин). Если абсолютная газообильность забоя на первых 160 м проходки с металлической арочной крепью составляла 5,13-6,35 м<sup>3</sup>/мин, то после перехода на анкерное крепление абсолютная газообильность составила 3,85-4,95 м<sup>3</sup>/мин при ведении работ на одной и той же отметке. Для сравнения: абсолютная газообильность ранее проводимых уклонов при креплении рамной крепью составляла 6,52-7,38 м<sup>3</sup>/мин.

Изменение технологии крепления выработки с использованием анкерной крепи позволило отказаться от ранее применяемой бортовой дегазации. Кроме того, на протяжении 600 м проходки не было выявлено ни одного значения показателя выбороопасности пласта, несмотря на ведение работ

по проходке в зоне ПГД от ранее отработанных пластов К13-К14.

При выполнении текущего прогноза выбороопасности пласта в выработках с рамной крепью опасные значения выявлялись на 1-2 интервалах контрольных шпуров вследствие высокой газоотдачи и напряженного состояния массива. После перехода на анкерное крепление отмечается снижение скорости газовыделения на первых 2-3 интервалах контрольных шпуров и, как следствие, снижение степени выбороопасности.

Если при проходке выработки с арочной крепью среднее значение начальной скорости газовыделения на первых двух интервалах составляло 10,2-8,5 л/мин, то при проходке конвейерного штрека с использованием анкерной крепи средние значения начальной скорости газовыделения на первых двух интервалах

были снижены до 4,2-7 л/мин.

Отсутствие опасных значений показателя выбросоопасности объясняется снижением опорного давления у груди забоя и снижением газоотдачи пласта вследствие уменьшения расслоения пород кровли (рис. 4).

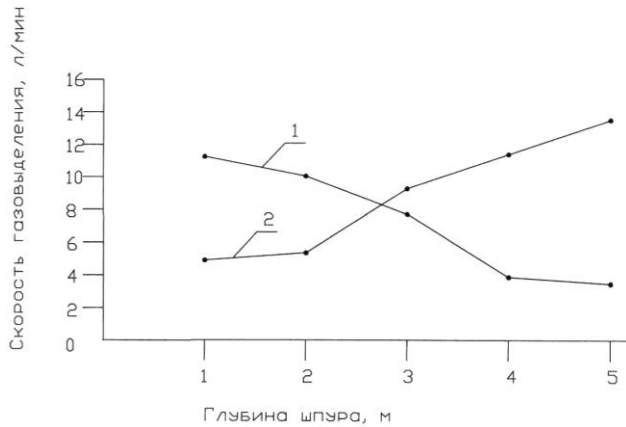


Рис. 4. Фактические данные средней начальной скорости газовыделения по контрольным шпурам на метровых интервалах: 1 — арочное крепление выработки; 2 — анкерное крепление выработки (на рисунке приведены средние значения показаний скорости газовыделения при проходке конвейерного штрека 42К10 — 3 на всем протяжении)

Крепление конвейерного штрека 42К10-з анкерной крепью позволило увеличить темпы проходки до 140—160 м в месяц.

Использование анкерного крепления при проведении конвейерного штрека 42К10-з привело к снижению абсолютного газовыделения в выработку, исключению проявлений опасных значений степени выбросоопасности пласта, значительному снижению объемов буровых работ, снижению трудоемкости и затрат на проходку выработки.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Перзадаев М.А., Квон С.С., Исабек Т.К., Смагулов З.М. Перспективы создания высокопроизводительных лав на шахтах Караганды // Труды университета. Вып. 3. Караганда: КарГТУ, 1998. С. 113-116.
2. Временная инструкция по расчету и применению анкерной крепи на шахтах Карагандинского бассейна. Караганда, 1998.
3. Инструкция по безопасному ведению горных работ на пластах, опасных по внезапным выбросам угля и газа. Караганда, 1995.

УДК 622.831.3:622.281(574:32)

А.Е. МАГЗУМОВ

#### Анализ отслоений кровли на рудниках корпорации «Казахмыс» по Жезказганскому региону

На подземных рудниках корпорации «Казахмыс», находящихся на жезказганской промышленной площадке, применяется камерно (панельно)-столбовая система разработки. Использование этих систем обусловлено в основном высокой устойчивостью и прочностью вышележащих пород, обеспечивающих значительные обнажения кровли при сравнительно незначительных затратах на ее крепление.

Известно, что выработанное пространство поддерживается междукамерными и барьерными целиками, а креплением кровли железобетонными штангами обеспечивается устойчивость кровли между целиками. Однако из-за изменчивости

технологических параметров системы разработки и горно-геологических условий (высота камер, диаметр целиков, глубина разработки, перемежаемость и разная прочность пород кровли и др.) создаются небезопасные условия для работников, находящихся в выработанном пространстве. От обрушений и отслоений пород кровли, происходящих зачастую в местах проведения горных работ, работники получают травмы, в основном квалифицирующиеся как тяжелые, нередко со смертельным исходом (рис. 1 и 2).



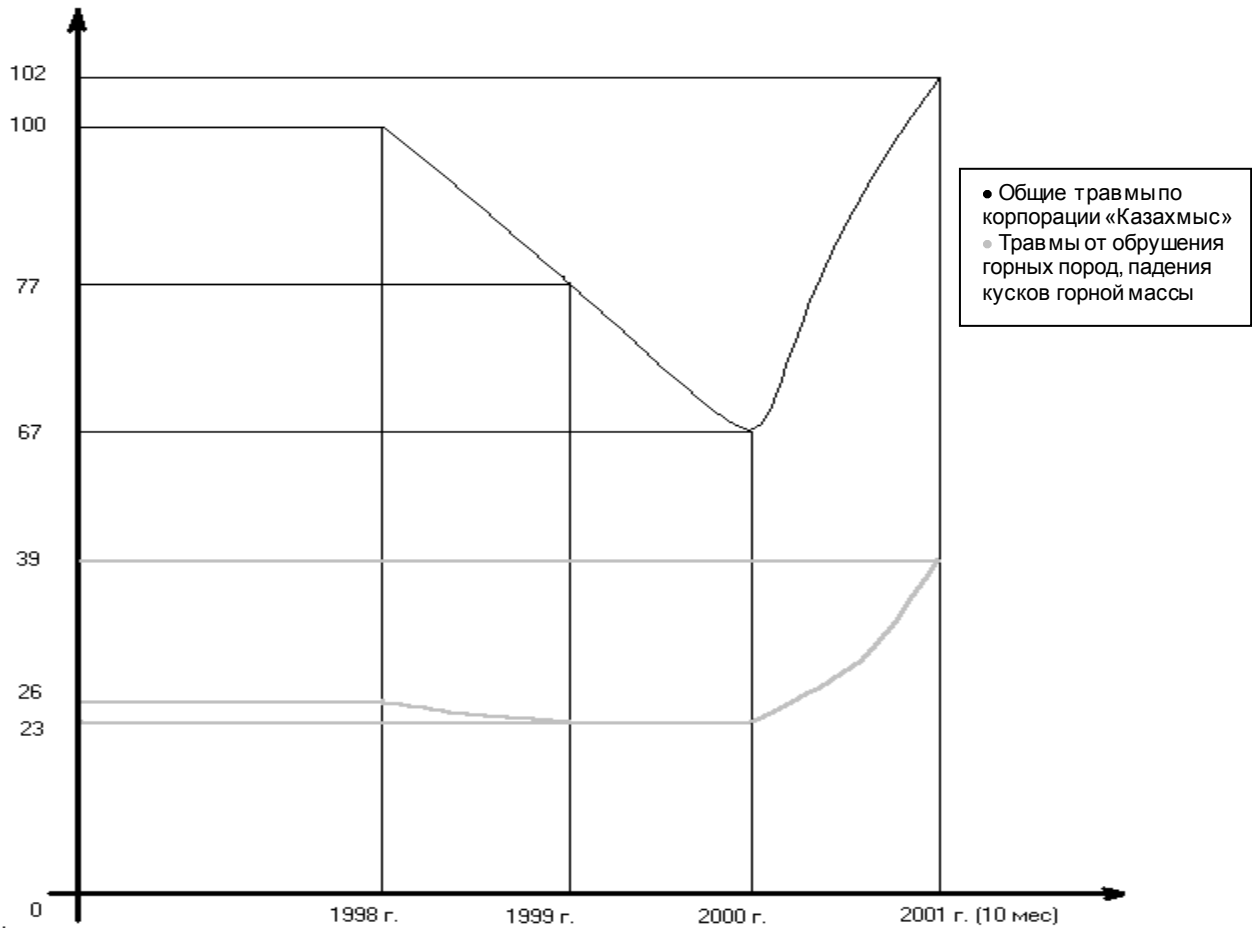


Рис. 1. График распределения травматизма по годам

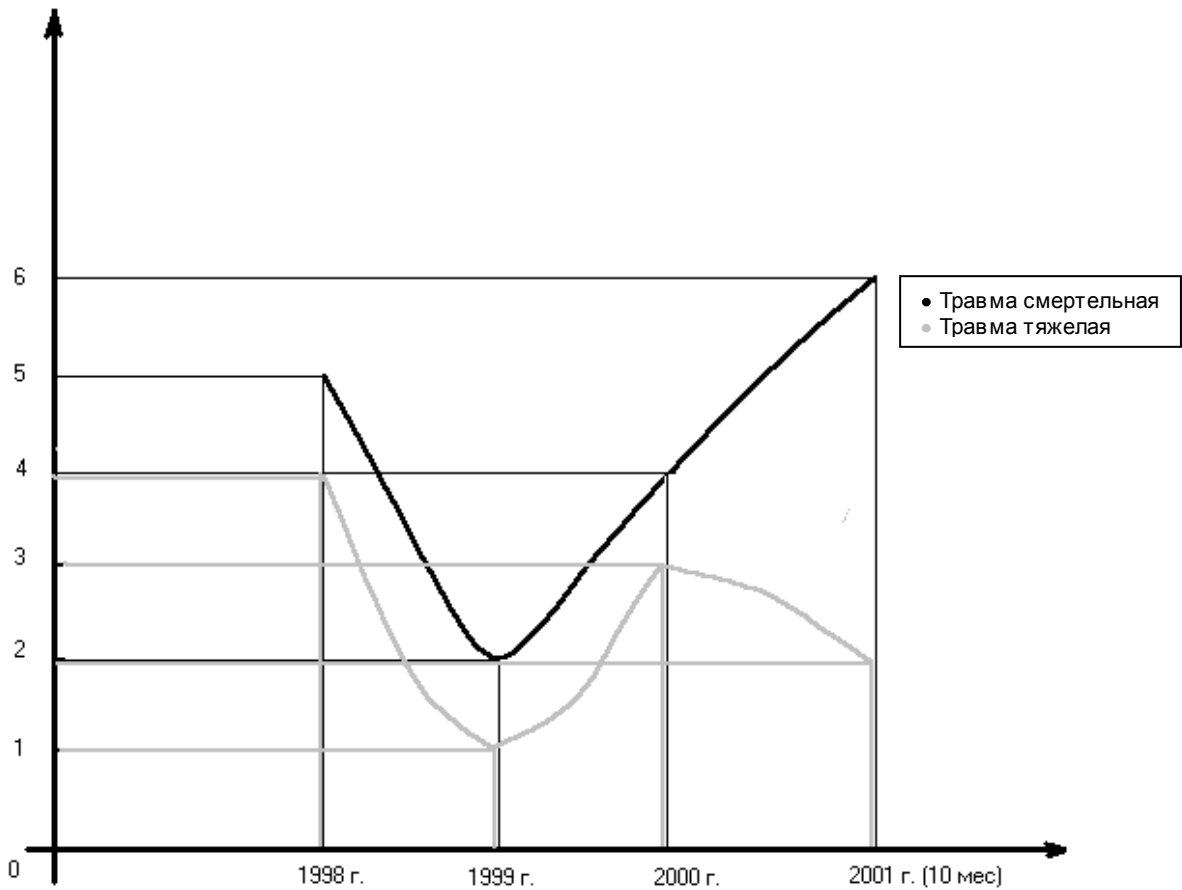


Рис. 2. График характеристики травматизма от падения кусков горной массы

За 1998-2002 гг. на подземных рудниках наблюдается общая динамика роста количества отслоений пород кровли. Это, по-видимому, связано с увеличением объема добываемой рудной массы. Вместе с тем, в 2001 году произошло резкое увеличение отслоений, хотя объем добываемой руды в этом году был несколько ниже, чем в предыдущем, что показывает наличие и других влияющих факторов на количество отслоений пород кровли.

К примеру, это может быть связано также с наличием числа рабочих камер и панелей.

В табл. 1 приведены данные характеристики отслоений пород кровли на рудниках корпорации «Казахмыс» по Жезказганскому региону.

Таблица 1

КОЛИЧЕСТВО ОТСЛОЕНИЙ С 1998 ПО 2002 ГГ. НА РУДНИКАХ КОРПОРАЦИИ «КАЗАХМЫС»

ГОД	ЮЖР	ВЖР	ЗЖР	АННЕНС.	73/75	ВСЕГО	Добыто руды, тн
1998	55	24	44	13		136	19607134
1999	156	32	89	28		305	21242929
2000	177	16	22	57	74	346	23298526
2001	194	24	88	113	53	472	23176315
2002	165	36	98	93	67	459	23043515

Анализ характеристики отслаивающихся кусков пород кровли и частоты их обрушения показывает, что наибольшая доля приходится на куски толщиной до 1,5 метров (порядка 80%), и эта цифра с годами остается неизменной, с незначительным колебанием по годам (табл. 2). Это такая толщина пород кровли,

поддержание которой должно в основном обеспечиваться штанговым креплением.

Таблица 2

ХАРАКТЕРИСТИКА КОЛИЧЕСТВА ОТСЛОЕНИЙ ПО ТОЛЩИНЕ КУСКОВ ПОРОД КРОВЛИ ПО ГОДАМ

m	1998		1999		2000		2001		2002	
	Кол-во отслоений	%	Кол-во отслоений	%	Кол-во отслоений	%	Кол-во отслоений	%	Кол-во отслоений	%
до 0,5 м	42	30,9	104	34,1	53	15,3	95	20	124	27
от 0,5 до 1 м	47	34,6	98	32,1	146	42,2	179	38	152	33,1
от 1 до 1,5 м	27	19,8	57	18,7	58	16,8	84	18	87	19
от 1,5 до 2 м	8	5,9	37	12,1	41	11,8	59	12,5	49	10,7
от 2 до 2,5 м	1	0,7	3	1	24	6,9	16	3,4	11	2,4
от 2,5 до 3 м	2	1,5	3	1	15	4,3	20	4,2	16	3,5
от 3 до 3,5 м					4	1,2	3	0,6	7	1,5
от 3,5 до 4 м	3	2,2					1	0,2	5	1,1
от 4 до 4,5 м			1	0,3	1	0,3	5	1,1		
от 4,5 м и более	6	4,4	2	0,7	4	1,2	10	2	8	1,7
Всего	136	100	305	100	346	100	472	100	459	100

Глубина залегания.

Н1 от 100 м до 200 м; Н2 от 200 м до 300 м; Н3 от 300 м до 400 м; Н4 от 400 м до 500 м; Н5 от 500 м до 600 м

Анализ отслоений пород кровли в зависимости от глубины разработки (табл. 3) показывает наибольшее количество отслоений на глубинах разработки в пределах 200-500 метров, что, видимо, соответствует наибольшему количеству действующих забоев на этих глубинах, хотя некоторое увеличение количества отслоений на глубоких горизонтах, естественно, прослеживается.

Таблица 3

КОЛИЧЕСТВО ОТСЛОЕНИЙ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ МОЩНОСТИ И ГЛУБИНЫ РАЗРАБОТКИ ПО ГОДАМ

M	1998					1999					2000					2001					2002				
	Н1	2	Н3	Н4	Б	Н1	2	Н3	Н4	Б	Н1	2	Н3	Н4	Б	Н1	Н2	Н3	Н4	Н5	Н1	Н2	Н3	Н4	Н5
до 0,5 м	5	22	9	4	2	9	54	35	5	1	5	11	14	22	1	20	29	21	13	12	28	33	40	18	5
0,5-1 м	4	17	16	8	2	12	25	49	12	1	6	17	68	50	5	24	29	60	46	20	28	21	30	62	11
1-1,5 м	1	12	14			11	13	25	7		3	15	17	21	2	11	11	32	27	3	18	16	26	21	6
1,5-2 м		5	11	2		3	11	15	8		4	8	13	16		10	4	14	26	1	4	8	9	25	3
2-2,5 м		1				2			1		2	4	4	12	2	3	2	7	4		1			10	
2,5-3 м	1	1				1	1	1			1	1	7	6		3	6	4	7		1		4	10	1
3-3,5 м											1	1	1	1			1	1	1		1		1	5	
3,5-4 м	1	2																	1		2	1		2	
4-4,5 м									1			1					1	1	3						
4,5 м и более	2	3							1			1	3			1		7	6		1		2	5	

Из общего количества отслоений наибольшее количество (порядка 95%) приходится на закрепленные площади пород кровли железобетонным штанговым или комбинированным с торкрет бетоном креплением (табл. 4).

Таблица 4

ПЛОЩАДИ КРЕПЛЕНИЯ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫМИ ШТАНГАМИ И ОТСЛОЕНИЯ ПОРОД КРОВЛИ

	Закреплено ЖБШ, штук	Площадь крепления, м <sup>2</sup>	Площадь отслоения, м <sup>2</sup>	
			Всего	В т.ч. на закреп. площади
1998	388976	448783	490618	487497
1999	376721	527832	177050	172264
2000	404129	578297	151297	137024
2001	449819	591496	159705	141050
2002	525306	654685	220935	213844

УДК 553.81

Т.В. КРЯЖЕВА

### Алмазоносность геологических формаций Бозшасорской площади

Бозшасорская площадь расположена в Павлодарской области и охватывает северо-восточную часть Ерментау-Ниязского антиклинория, сформировавшегося в каледонский этап тектогенеза [1].

Наиболее древними отложениями этой площади являются вулканогенные образования нижнего кембрия, представленные, главным образом, андезибазальтами, базальтами и их туфами. В южной части встречены тела субвулканических кварцевых диоритов и габбро-диоритов. Субвулканические тела имеют изометричную, несколько вытянутую в меридиональном направлении форму. Они являются обычно послойными, но есть и резко секущие тела по отношению к вмещающей толще, как правило, окружены кластолавами и туфами основного состава. Размеры их не превышают 1 км в поперечнике. Породы проб 18, 19, 20, взятых из субвулкана, отвечают по составу калиевым дацитам. Вулканиды характеризуются несколько повышенными содержаниями ванадия, фосфора, бария, олова, в пределах кларка — титана, марганца, кобальта, циркония [2].

Акдымская серия нижнего-среднего кембрия представлена двумя толщами. Нижняя сложена обломочными породами (брекчии с прослоями конгломератов, кремнистых и кремнисто-глинистых пород), верхняя — кремнистыми породами с прослоями брекчий и конгломератов. Общая мощность 1250 м.

Отложения орогенного комплекса представлены вулканогенно-осадочными образованиями девона и карбона. Девонские отложения разделены на четыре толщи. Нижняя жарсорская свита представлена эффузивами средне-основного состава с повышенной щелочностью (оливиновые трахибазальты и пироксен-плагноклазовые трахиандезибазальты). Выделяются

то, что основная доля отслоений происходит на закрепленных площадях кровли, свидетельствует о необходимости совершенствования крепления пород кровли, так как в результате падения кусков горной массы травмируются, погибают работники, выходит из строя техника.

Исходя из вышеизложенного можно сделать следующие выводы:

- наибольшая доля тяжелых и со смертельным исходом несчастных случаев приходится на травмы от падения кусков пород кровли;

- отслоения пород кровли происходят в основном на закрепленных площадях кровли;

- толщина отслаивающихся кусков пород кровли в основном на 80% приходится на величину, которая должна поддерживаться штанговым креплением;

- необходимо совершенствование способов крепления пород кровли.

субвулканические тела диоритового состава. Мощность толщи порядка 700 м.

Отложения живетского-франского ярусов представлены конгломератами и песчаниками мощностью ≈ 600 м.

Фаменские отложения разделены на нижнюю (терригенную) толщу мощностью 350 м (конгломераты, песчаники, аргиллиты и алевролиты) и верхнюю — сложенную морскими отложениями (200 м).

Каменноугольные отложения широко распространены на описываемой территории и представлены практически всеми подразделениями системы.

Породы орогенного комплекса прорваны интрузиями пермского (преимущественно граносиениты и сиенит-порфиры) возраста. В каждом комплексе выделяется своя жильная серия. Развита она, в основном, в западной части района.

За счет процессов тектоно-магматической активизации каледонские и герцинские структуры, прошедшие фазу стабилизации, прорваны массивом ниже-среднетриасовых вулканитов.

Бозшасорский массив расположен юго-западнее оз. Бозшасор и севернее оз. Тениз и занимает площадь около 15 км<sup>2</sup>. Мощность базальтовой толщи здесь определяется в 100-300 м, углы наклона, судя по отдельности, не превышают 15°. Это подтверждают и геофизические исследования. Описываемая толща с угловым и азимутальным несогласием залегает на верхнекарбонных отложениях. По южной и восточной периферии базальтового массива в его основании прослеживается горизонт базальных конгломератов, содержащих гальку не только терригенных верхнекарбонных отложений, но и риолитов нижнего триаса. Мощность его не менее 1 м.

Центральная часть вулканогенного массива сложена преимущественно трахибазальтами, юго-восточная — трахиандезиобазальтами, среди которых отмечаются маломощные линзы туфолав, кластолав и лавобрекчий трахиандезиобазальтового состава. На северо-востоке массива развиты диабазы и базальты. Для пород характерен пепельно-серый цвет; обломки пористых (шлаковых) лав окрашены в пепельно-лиловый, вишнево-серый цвет. Часть кластического материала уплощена и напоминает фьямме. Лавы, как правило, миндалекаменные, пористые. Миндалины выполнены карбонатом, хлоритом, а также агатом.

Среди лав выделяются небольшие тела оливиновых диабазов в окружении оливиновых и плагиоклазовых трахидолеритов, а также четко выделяющиеся в рельефе оливин-пироксеновые мелковкрапленные трахибазальты. Вероятно, это жерловые (секущие) тела.

В краевых частях Бозшасорского базальтового массива выделяются в рельефе тела оливин-плагиоклазовых трахидолеритов субвулканического облика. Точно такие же породы выбурены среди каменноугольных карбонатно-терригенных образований (скв. 80, 89, 90) [3]. Небольшое тело (1,5 x 2,0 км), сложенное долеритами и расположенное на северном склоне г. Сарыадыр, отнесено также к субвулканическим образованиям нижнего-среднего триаса. Здесь они рвут сарыадырские гранит-порфиры условно триасового возраста.

Трахибазальты характеризуются мелкопорфировой структурой. Вкрапленники (0,2-0,8 мм) представлены моноклинным пироксеном и чечевицеобразными псевдоморфозами гидроокислов железа по оливину. Основная масса сложена микролитами андезина-лабрадора, изометричными зернами и микролитами авгита, калишпата и магнетита.

Трахидабазы мелко- и среднезернистые, оливиновые и оливин-пироксеновые. Состав основной массы: идиоморфные лейсты плагиоклаза N62 (~45 %), ксеноморфный моноклинный пироксен (до 25 %), изометричные псевдоморфозы иддингсита по оливину с редкими его реликтами (~20 %), калишпат в виде пленок вокруг зерен плагиоклаза.

Трахидолериты — редко- и мелковкрапленные. Вкрапленники представлены плагиоклазом и оливином (иддингситовые и железисто-хлоритовые псевдоморфозы) размером до 1,2 мм. Их содержание 5-7 %. Основная масса породы монцодолеритовая полнокристаллическая мелкозернистая. Ее состав: полисинтетический сдвойникованный плагиоклаз N 40, неизменный моноклинный пироксен (авгит) в виде изометричных и призматических зерен, ксеноморфный калишпат в роли базиса. Аксессуары представлены магнетитом и апатитом.

Из субвулканических пород Бозшасорского массива было отобрано пять проб на силикатный анализ. Для всех проб характерен субщелочной состав анализируемых пород и преобладание калия над натрием в составе щелочей.

Особого внимания заслуживает анализ пробы С-90-39, взятой из керна скв.90, где эти породы вскрыты в инт. 20,8-145,0 м. Они очень близки к щелочным основным (оливин-диопсидовым) лампроитам. Вынесение данных анализа этой породы на диаграммы соотношения окислов в лампроитах подтверждает принадлежность ее к породам лампроитовой серии, но более низкой щелочности. Близки к ней и характеристики пробы С-89.

Эти породы сложены преимущественно измененными фенокристами силикатов (талк + карбонат), погруженными в основную массу, состоящую из тетраферрифлогопита, анатаза, сфена, перовскита, апатита, титансодержащего магнезиохромита, манган — ильменита. Встречаются также пентландит, халькопирит, сфалерит.

Среди акцессорных минералов отмечены: сфен, анатаз, рутил, прайдерит и другие титанаты, манган — ильменит, сульфиды Ni, Cu, Fe. В тяжелом концентрате обнаружены ксеногенные минералы: магнезиохромит, алмадин, хромдиопсид, ортопироксен, редкие зерна пироба. Пикроильменит не установлен. Наиболее характерными минералами среди ксенокристаллов являются хромовая шпинель, которая колеблется по составу от Mg-Al — хромита до магнезиохромита, Gr — пиропы, содержащие до 6 % Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, и насыщенные Ca, Ti — пиропы обычно богаты железом с содержанием Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> до 2 %, пироксены — хромдиопсид богатый Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (менее 1 %) и Na<sub>2</sub>O (менее 1 %) и обогащенный кальцием. Перечисленные минералы являются спутниками алмазов месторождений Австралии [4].

По геохимической характеристике вулканогенные породы T1-2 как субвулканические, так и покровные их аналоги существенно не различаются и характеризуются околокларковыми содержаниями почти всех элементов.

Площадь развития триасового вулканизма четко фиксируется в магнитных полях, в пределах которых отмечено несколько интенсивных (500-800 γ) узлокальных положительных аномалий. Скважины, заданные в эпицентрах трех из них, вскрыли субвулканические субщелочные основные породы. Химический анализ проб, отобранных из этих пород, показал принадлежность их к породам лампроитовой серии.

По результатам интерпретации магнитных полей устанавливается штокообразная форма магматических тел.

Охарактеризованные базальтоиды близки к субвулканическим образованиям фации трахибазальт-трахириолитовой формации, которая по отношению к каледонидам может быть отнесена к телоорогенным, связанным с активным воздействием соседних геосинклинальных систем на консолидированную область, что делает Бозшасорский вулканический массив и район в целом перспективным на алмазы. Принадлежность пород проб С-90/39 и в меньшей степени С-89 к лампроитовой серии усиливает его перспективы.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кряжева Т.В. Алмазоносность геологических формаций Центрального Казахстана // Тр. КарГТУ. Вып. 1. 1996. С. 233-236.
2. Кряжева Т.В., Билялов Б.Д. Перспективы выявления в Центральном Казахстане ювелирных алмазов // Науч. тр. / КарГТУ. Вып. 4. 1999. С. 111-112.
3. Кряжева Т.В. К стратиграфии алмазоносных геологических формаций Бозшасорской площади // Тр. Международного совещания «Состояние, перспективы и задачи стратиграфии Казахстана» 16-17 апреля 2002, Алматы, 2002. С. 151-153.
4. Кряжева Т.В. Алмазоносные геологические формации северо-восточной части Центрального Казахстана: Автореф. дис. ... канд. геолого-минералог. наук. Алматы: ИГН им. К.И. Сатпаева, 2003. 30 с.

УДК 621.311.22

Н.К. ЦОЙ

## Исследование эффективности работы устройства для очистки отходящих газов от взвешенных частиц

При работе теплогенераторов в воздушный бассейн выбрасывается большое количество газов и пыли, что приводит к загрязнению окружающей среды и рабочих зон, поэтому было разработано новое конструктивное решение для очистки отходящих газов от твердых фракций.

Эта система состоит из фильтрующего элемента, коаксиально размещенного на жестком каркасе; вращающегося механизма и цилиндрического расширителя.

Устройство для очистки отходящих газов от твердой фракции работает следующим образом. При скорости ветра не менее 1 м/с вращающийся механизм приходит в движение, заставляя с помощью центрального вала вращаться фильтрующий элемент. Твердые частицы отходящих газов, взаимодействуя с вращающимся фильтрующим элементом, задерживаются и отбрасываются за счет инерционных и центробежных сил в пылесборник цилиндрического расширителя, а в результате интенсификации движения воздушных потоков происходят продувание и очищение фильтрующего материала.

Целью экспериментальных исследований, проведенных на установке, являлось изучение принципиальной возможности применения сухого способа улавливания пыли различного рода в газовой среде и установление оптимальных параметров этого процесса.

Задачи, решаемые в процессе опытов, заключались в установлении количественных зависимостей эффективности улавливания пыли:

- от производительности потока отходящих газов;
- вида пыли;
- скорости ветра над дымовой трубой;
- типа фильтрующей сетки;
- размера и формы ячейек сетки;
- количества фильтрующих элементов.

В процессе исследований с помощью шибберной заслонки регулировали производительность установки, с измерением скорости подачи в нее воздуха. Всего в эксперименте были использованы пять вариантов производительности (I, II, III, IV, V), это позволило получить граничные и комбинированные режимы работы системы.

При подготовке установки к работе в приемное устройство засыпали используемый материал, который за счет вентилятора завихрялся, подавался по трубопроводу и поступал на фильтрующие элементы, далее в процессе очистки замерялась запыленность

воздуха в трубопроводе и на выходе из фильтра. Для этого использовался аспиратор, с помощью которого производился одновременный замер запыленности воздуха в трубопроводе и на выходе из фильтра. Исследуемый материал, идущий по трубопроводу, поступал на фильтр, в котором происходило механическое осаждение твердых фракций за счет преградного устройства, выполненного в виде сетки. Самоочищение фильтрующих элементов обеспечивалось за счет ветра, то есть наблюдалось стряхивание сетки от исследуемого материала со всех сторон независимо от направления ветрового потока.

Аллонжи устанавливались из расчета от поворота трубы на расстояние  $L = 8 \dots 10d$  (где  $d$  — диаметр трубопровода), потому что согласно [1] именно на этом промежутке происходит стабилизация газового потока.

Устанавливая шибберную заслонку в определенном положении, проводили замеры скорости движения газозвушной смеси (ГВС) в трубопроводе с помощью микроманометра, определяли значение  $h_{ск}$ , объем газозвушной смеси, проходящей в трубопроводе, запыленность в трубопроводе и на выходе из фильтрующего элемента по [2].

Объем фильтруемого воздуха ( $Q_n$ ) рассчитывался согласно ГОСТ 12.1.005 — 76 (при температуре + 20 °С, атмосферном давлении 760 мм рт. ст. или 1013 гПа и относительной влажности 50 %) по формуле

$$V_n = \frac{Q \times 273 + 20 \times P - P_n \varphi}{273 + t \times 760 - P_0}, \text{ м}^3/\text{с},$$

где  $Q_n$  — фактический объем воздуха, проходящего через фильтрующий элемент, м<sup>3</sup>/с;

$P$  — среднее атмосферное давление в пункте отбора пробы, мм рт.ст.;

$P_n$  — давление насыщенного пара при заданной температуре, принималось по таблице [2], мм рт.ст.;

$\varphi$  — относительная влажность воздуха в пункте отбора проб, доли единиц;

$t$  — средняя температура воздуха в пункте отбора пробы, °С;

$P_0$  — давление водяных паров при температуре 20 °С и влажности 50 % (величина постоянная и равная 8,7 мм рт.ст. или 1160 Па).

Эксперименты по эффективности работы устройства по очистке отходящих газов от твердой фракции проводились в летний и зимний периоды года. В данной работе представлены только

результаты изучения эффективности обеспыливания от цемента для производительности I. При этом учитывались скорость ветра и количество фильтрующих элементов.

Были рассчитаны размеры ячеек для данного вида эксперимента в зависимости от скорости ветра ( $v_в$ ) и количества оборотов фильтрующего элемента через угловую скорость вращения ( $\omega$ ) при условии, что вероятность обеспечения контакта пылевой частицы с ребром сетки должна быть 100 %, по формуле

$$\delta \leq \frac{v \times b}{v_в}, \text{ м,}$$

где  $v_в$  — скорость движения пылевой частицы, м/с;  
 $b$  — толщина сетки, м;

$v$  — скорость вращения установки, м/с, которая определяется по формуле

$$v = 2 \times \pi \times R \times \omega, \text{ м/с,}$$

где  $R$  — радиус фильтрующего элемента, м;

$\omega$  — угловая скорость вращения устройства, об./с.

Полученные результаты размеров стороны ячейки приведены в табл. 1.

Таблица 1

Радиус фильтрующего элемента, м	Скорость ветра, м/с	Размер стороны ячейки, $\delta$ , м
0,500	3,9	$\leq 0,003$
	2,6	$\leq 0,0006$
	1,3	$\leq 0,0001$
0,375	3,9	$\leq 0,0004$
	2,6	$\leq 0,00042$
	1,3	$\leq 0,00006$
0,250	3,9	$\leq 0,0003$
	2,6	$\leq 0,0003$
	1,3	$\leq 0,00004$

Анализ полученных данных (табл. 1) показывает, что с увеличением скорости ветра размер ячеек уменьшается, причем зависимость этих параметров обратно пропорциональная, а с увеличением радиуса фильтрующего элемента размер ячеек увеличивается, здесь наблюдается прямо пропорциональная зависимость.

Результаты измерений эффективности при различных условиях представлены в табл. 2.

Математическая обработка полученных результатов на основе табл. 1 позволила получить на

основании рекомендаций следующее уравнение регрессии [3]:

$$\eta = 67,06 + 9,96\bar{O}_1 - 0,995\bar{O}_2 - 0,39\bar{O}_1\bar{O}_2 + 0,702\bar{O}_1^2 - 0,11\bar{O}_2^2,$$

где  $X_1$  и  $X_2$  — кодированные значения количества фильтрующих элементов и скорости ветра.

Для изучения конфигурации поверхности отклика уравнение регрессии приводилось к канонической форме. Для этого сначала составляем систему уравнений:

$$\begin{aligned} \frac{dO}{dX_1} &= 9,96 - 0,39\bar{O}_2 - 2 \times 0,701\bar{O}_1 = 0, \\ \frac{dO}{dX_2} &= -0,995 - 0,39\bar{O}_1 - 2 \times 0,11\bar{O}_2 = 0. \end{aligned} \quad (1)$$

Таблица 2

№	Условие опыта		Эффективность очистки отходящих газов от цементной пыли для I производительности, %
	количество фильтрующих сеток, шт	скорость ветра, м/с	
1	1	1,3	58,89
2	1	2,6	56,14
3	1	3,9	59,14
4	2	1,3	68,92
5	2	2,6	65,96
6	2	3,9	64,04
7	3	1,3	78,42
8	3	2,6	78,45
9	3	3,9	77,08

Решив систему уравнений (1), получили следующее уравнение связи в канонической форме:

$$O = 75,51 - 0,15Z_1^2 + 0,75Z_2^2.$$

Так как коэффициенты выведенного таким образом канонического уравнения имели разные знаки, то это свидетельствовало о том, что поверхность отклика имеет вид «седла» и центр поверхности находится поблизости от центра плана эксперимента.

Анализ полученного уравнения в канонической форме показал, что максимальное значение эффективности пылеулавливания достигается только в точках:

$$X_1 = 16,50, \quad X_2 = -33,78,$$

что и обусловило достаточно высокую сходимость экспериментальных данных с реальными производственными условиями.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Лойцянский Л.Г. Механика жидкости и газа. М.: Наука, 1970. 907 с.
2. Инструкция по контролю содержания пыли на предприятиях горнорудной и нерудной промышленности. М.: Недра, 1981. 36 с.
3. Саутин С.Н. Планирование эксперимента в химии и химической технологии. Л.: Химия, 1975.

УДК 622.284(574.32)

Е.А. АБЕУОВ  
М.А. МУХАНБЕДИН  
Ж.Б. ТОБАГАБУЛОВА

### Способы снижения потерь руды и повышения безопасности ведения добычных работ

Разработка Жезказганского месторождения впологопадающих пластообразных залежах производится такими системами разработки, как камерно-столбовая и панельно-столбовая. Применение этих систем приводит к высоким потерям и накоплению большого объема подземных пустот (160 млн. м<sup>3</sup>) при общей площади обнажения кровли около 30 млн.м<sup>2</sup>. Для снижения потерь руды, оставляемых в опорных целиках, и для повышения безопасности ведения добычных работ авторами предлагается конструктивно изменить параметры камерно-столбовой системы разработки, а также применить новый способ крепления кровли.

Анализ работы горнодобывающих предприятий и горнотехнической литературы показывает, что при разработке месторождений, залегающих в сложных горно-геологических условиях, имеют место большие потери полезных ископаемых, достигающих нередко 20-30% и более разведанных запасов.

При разработке пологих и наклонных рудных месторождений широко применяются системы с открытым очистным пространством. Так, например, анализ камерно-столбовой системы разработки свидетельствует, что за период её применения улучшились параметры отбойки, повысились технико-экономические показатели. Однако при установлении основных конструктивных элементов и параметров систем, выемочных панелей, размеров обнажений, величин междукамерных и междуэтажных целиков, которые являются основными грузонесущими элементами, воспринимающими давление налегающей толщи пород, недостаточно учитывались сложные горно-геологические условия. В результате на участках, обработанных подземным способом, стали происходить обрушения камер (пустот) с выходом на земную поверхность.

При переходе горных работ на нижние горизонты предлагается способ разработки рудных залежей, способствующий снижению потерь руды, при этом панель с помощью ленточных целиков делится на квадраты со сторонами, равными ширине панели [1]. Диаметр междукамерного целика определяют с учетом подсводовой нагрузки, образуемой над площадью соответствующего квадрата и между барьерными целиками по следующей формуле:

$$d_{i\text{цв}} = \sqrt{\frac{2S_{\text{оп}} \gamma \hat{A} n \text{tg} \theta}{3\pi \sigma_{\text{жс}}}}, \text{ м}, \quad (1)$$

где  $d_{\text{мкц}}$  — диаметр междукамерного целика, м;  
 $S_{\text{оп}}$  — опорная площадь кровли, приходящаяся на один междукамерный целик, м<sup>2</sup>;  
 $\gamma$  — плотность руды, т/м<sup>3</sup>;  
 $B$  — ширина панели между внутренними стенками барьерных целиков, м;  
 $\theta$  — угол наклона боковых поверхностей свода предельного равновесия, град;  
 $n$  — коэффициент запаса прочности междукамерного целика;  
 $\sigma_{\text{жс}}$  — прочность междукамерного целика на одноосное сжатие, т/м<sup>2</sup>.

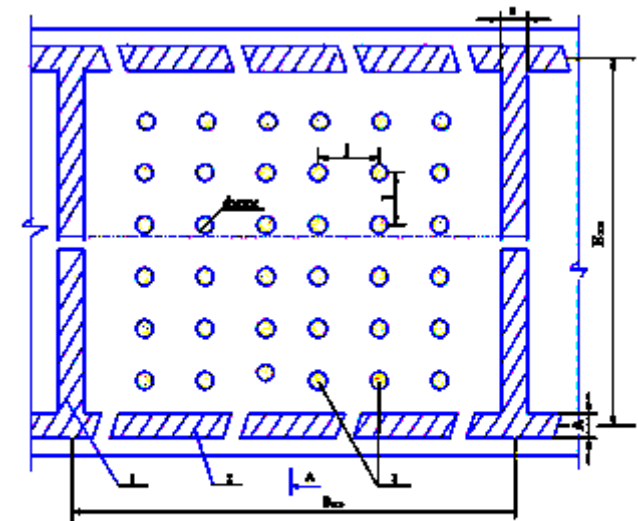
Результаты исследований показали возможность полной отработки запасов панели, которая может

быть обеспечена камерно-столбовой системой разработки с предварительным делением площади панели на квадраты с оставлением ленточных целиков (рис.1). Ширина ленточного целика выбирается с учетом подсводовой нагрузки над площадью панели и нагрузкой, приходящейся на площадь квадрата. Очистное пространство поддерживается междукамерными целиками, размеры которых определяются с учетом подсводовой нагрузки над площадью квадрата.

Вышеизложенный способ может быть использован при подземной разработке месторождений полезных ископаемых системами с открытым очистным пространством, который позволяет вести выемку запасов без закладки выработанного пространства, сократить потери запасов в междукамерных целиках и увеличить полноту выемки запасов панели.

Однако ввиду присутствия людей непосредственно под обнаженной кровлей, возникает необходимость крепления выработанного пространства.

Опыт применения вышеуказанных систем, которые применяются на шахтах типа Жезказганского месторождения, показал, что из всех существующих видов крепи наиболее приемлемым для данных систем является анкерная крепь. Ежегодно на рудниках Жезказгана устанавливаются около 500000 штук анкеров (по данным геолого-маркшейдерского управления Жезказганского горно-металлургического комбината). Однако несмотря на большой опыт применения анкерной крепи, до сих пор не создана общепризнанная теория работы штанг в массиве.



1 - ленточный целик; 2 - барьерный целик; 3 - междукамерный целик;  
 $d_{\text{цк}}$  - диаметр междукамерных целиков;  
 $B_{\text{кв}}$  - ширина квадрата;  
 $l$  - ширина ленточного целика;  
 $A$  - ширина барьерного целика;  
 $i$  - сетка расположения междукамерных целиков

Рис. 1. Система выемки панели с квадратными сторонами

С целью изучения влияния анкеров на общую несущую способность кровли камер, а также обоснования параметров анкерной крепи были проведены лабораторные исследования методом физического моделирования из эквивалентных

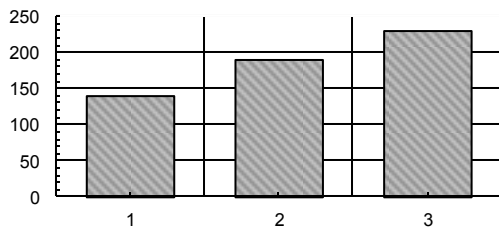
материалов. По результатам работ создана зависимость (рис. 2), по которой видно, что крепление по существующей схеме повышает несущую способность кровли в среднем на 40 %, предлагаемым же способом на 50 % по сравнению с вариантом без крепления. В результате проведенных исследований предлагается способ крепления очистных камер, позволяющий повысить устойчивость кровли по сравнению с применяемым в настоящее время на подземных рудниках Жезказгана способом крепления. Данный способ отличается тем, что равномерно распределенные по всему периметру кровли (1) штанги (2) устанавливаются под углом, равным половине угла между нормальными и тангенциальными напряжениями, действующими в толще кровли в пролете между целиками. Угол установки штанг определяется по следующей зависимости [2]:

$$\alpha = \frac{\pi/2 + \varphi}{2}, \quad (2)$$

где  $\varphi$  — угол внутреннего трения пород кровли.

Применение формулы (2) позволяет с помощью анкеров равномерно разделить угол между нормальными и касательными напряжениями таким образом, при котором происходит заклинивание анкера за счет тангенциальных сил, действующих на поверхности сдвига.

Отличительной особенностью способа крепления является то, что направление наклона и длина штанг различны и зависят от их расположения в пространстве. При креплении красноватых пород вдоль середины камеры как вкрест, так и по простираанию концы центральных штанг соединяются жесткими подхватами (3).



1 — без крепления; 2 — при креплении по существующему способу; 3 — при креплении по предлагаемому способу.

Рис. 2. Увеличение несущей способности кровли в зависимости от крепления

Сущность способа поясняется рисунком 3, где на фигуре 1 изображен вид камеры сверху, с указанием направления установки анкеров; на фигуре 2 — разрез камеры по осям целиков.

Способ крепления пород кровли осуществляется следующим образом. Площадь кровли (1) разделяется на различные сегменты (фиг. 1). Каждый сегмент (4) является боковой поверхностью свода обрушения кровли (5) с углами наклона, которые определяются по следующей зависимости:

$$\rho = \frac{\pi}{2} - \varphi. \quad (3)$$

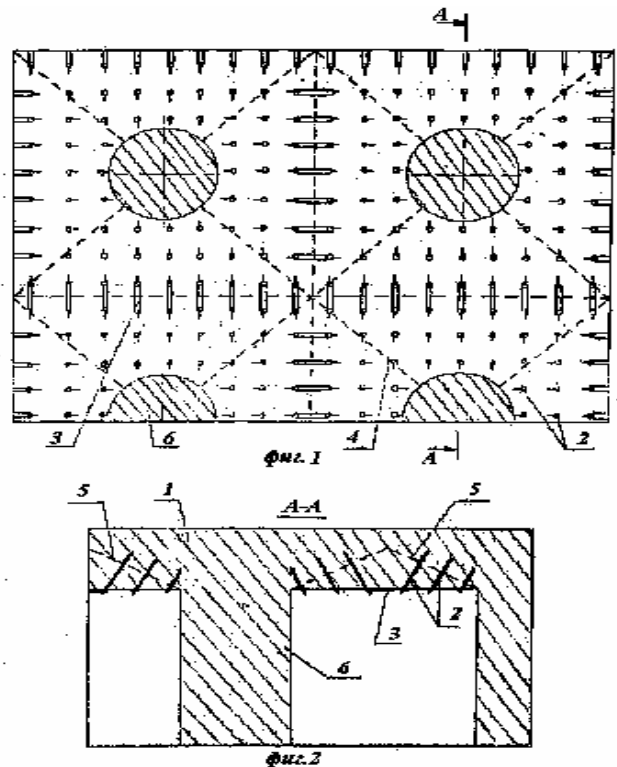


Рис. 3. Способ крепления кровли камер

Анкера (2) внутри каждого сегмента (4)

устанавливаются под углом  $\alpha = \frac{\pi}{2} + \varphi$  в сторону ближайшего целика (6).

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Зейнуллин А.А., Сабденбекулы О., Абеуов Е.А., Лян О.В. Способ разработки рудных залежей. Предварительный патент. № 8161. Зарегистрирован в Государственном реестре изобретений Республики Казахстан 15.11.1999.
2. Зейнуллин А.А., Муханбедин М.А. Способ крепления пород кровли очистных камер. Предварительный патент № 12468. Зарегистрирован в Государственном реестре изобретений Республики Казахстан 09.10.2002.



УДК 658.512.22.011.56

**В.В. ЯВОРСКИЙ**  
**В.Ф. ДЕМИН**  
**Р.Р. МИФТАХОВ**  
**Т.В. ДЕМИНА**

## Разработка экспертной системы выбора элементов технологических схем очистных работ

Экспертные системы (ЭС) являются в настоящее время прогрессивным направлением в области искусственного интеллекта (ИИ). Причиной повышенного интереса, который ЭС вызывают к себе, является возможность их применения к решению задач из самых различных областей человеческой деятельности.

Созданная экспертная система выбора элементов технологических схем очистных работ (ЭС ВЭТСОР) является попыткой объединения накопленных знаний в области анализа технологических схем очистных работ и высоких технологий. ЭС позволяет произвести выбор подэлементов технологических схем соответствующих элементов в соответствии с введенными исходными данными и регламентирующими параметрами.

Методы анализа технологических схем очистных работ базируются на декомпозиции их на составные элементы, изыскании наиболее адаптированного элемента для данных горно-геологических условий и конструирования из них подсистем «очистные работы», обеспечивающих минимум издержек при соблюдении всех требований ПБ и ПТЭ.

Технологическая схема очистных работ представляет собой определенное пространство, где протекают взаимосвязанные во времени процессы с различным функциональным содержанием, соответствующим элементам подсистемы. Основой декомпозиции подсистемы на элементы является предпосылка их пространственной, технологической обособленности и концентрации в одном элементе общих функций, предназначенных для выполнения одного или нескольких рабочих процессов.

Декомпозиция позволяет получать не только рациональные варианты структур (элементов) технологической схемы, но и синтезировать функцию цели (глобальный критерий) из множества локальных критериев.

Технологическая схема очистных работ является важнейшей подсистемой шахты и ее можно представить как сложную горную конструкцию, состоящую из отдельных элементов и подэлементов, предназначенных для выполнения определенных технологических функций. При этом каждый элемент подсистемы может выполнять и совмещать несколько технологических функций. Технологическая схема очистных работ представляет собой единую конструкцию в сочетании различных выработок и

сооружений, предназначенных для выполнения определенных процессов по транспортированию угля и породы, возведению породного (закладочного) массива, доставке и выдаче людей, материалов, оборудования и проветривания выемочного участка. Под рациональной технологической схемой подразумевается наиболее оптимальное сочетание (синтез) элементов (процессов) подсистемы, обеспечивающее минимальные трудовые и материальные затраты на их функционирование. При качественной оценке предпочтение отдается тому варианту, для которого характерны большая степень безопасности труда при максимальной механизации и автоматизации производственных процессов, высокие нагрузки на лаву и производительность труда по добыче с приемлемыми для конкурентоспособности угля производственными издержками. Для этого необходимо определить условия оптимального сочетания различных элементов, слагающих технологическую схему, обеспечивающую минимальные суммарные издержки.

Сеть горных выработок выемочного участка можно представить в виде ориентированного графа (рисунки 1 и 2):

$$L \subset = (X, \Gamma),$$

где  $X = \{x_1, x_2, \dots\}$  — множество вершин (технологических элементов) графа ( $L$ );  
 $\Gamma$  — отображение, которое каждому  $x \subset X$  относит подмножество  $\Gamma_x \subset \Gamma$  вершин, в которых из ( $x$ ) идет дуга (выработка).

Тогда любой путь на графе может быть интерпретирован как поток угля, породы, воздуха и т.д., которые могут полностью или не полностью совпадать или не совпадать. В своей совокупности потоки отображают категории с топологическими характеристиками. Относя к дугам графа, по которым проходят потоки, функциональные зависимости между непрерывными и дискретными параметрами, можно получить математическую модель технологической схемы очистных работ с определенной комбинацией параметров. Однако при этом возникает неразрешимая задача, обусловленная отсутствием математического аппарата, позволяющего производить операции над графами, когда их дуги представляют собой функциональные зависимости, а на переменные наложены ограничения.

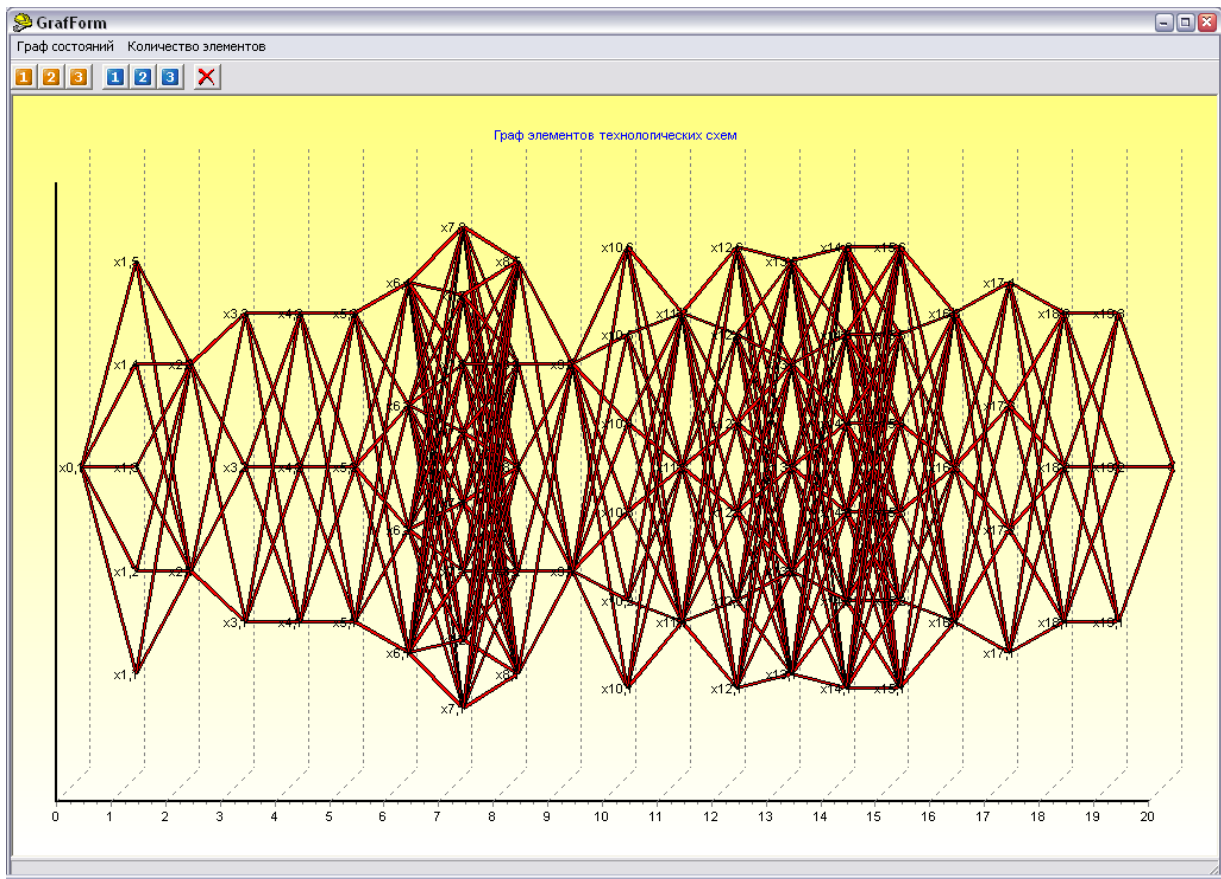


Рис. 1. Граф элементов технологических схем (ТС)

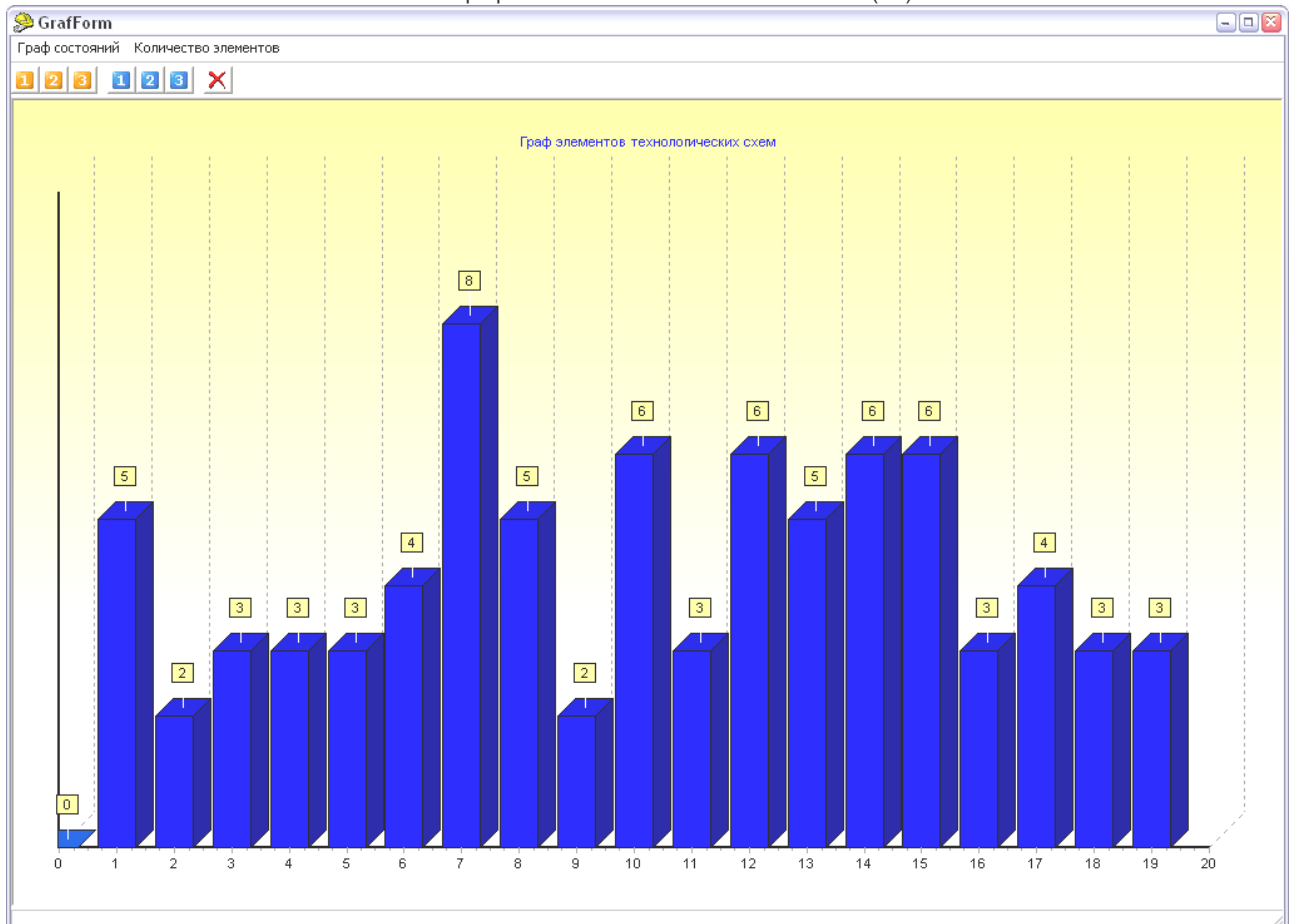


Рис. 2. Количественная гистограмма подэлементов ТС

Поэтому нами сделана успешная попытка по разработке подхода, позволяющего решить эту задачу. Упрощенная схема созданной экспертной системы представлена на рисунке 3.

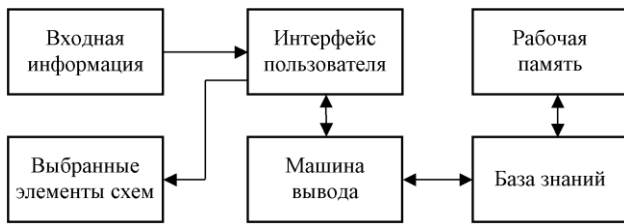


Рис. 3. Схема ЭС ВЭТСОР

Входная информация представляет собой совокупность горно-геологических, горнотехнических, технологических параметров и требований безопасности.

В состав экспертной системы входят:

- интерфейс, обеспечивающий общение пользователя с экспертной системой в удобной для него форме, позволяющий передавать ей информацию, составляющую содержание базы данных, и обращаться к системе с вопросом или за объяснением;

- рабочая память, хранящая данные (база данных), соответствующие объектам, связь между которыми задается правилами в базе знаний;

- машина вывода — формально-логическая система, реализованная в виде программного модуля, позволяющая логически выводить необходимую для пользователя информацию, исходя из сведений, размещенных в базе знаний;

- база знаний — совокупность всех имеющихся сведений о проблемной области, для которой предназначена данная экспертная система, записанных с помощью определенных формальных структур представления знаний.

Алгоритмы ЭС представляют собой разветвленное дерево условных операций с различными проверками. В процессе реализации были введены собственные наборы правил, основанные на формате языка XML. Набор форматов был разработан таким образом, чтобы дать возможность быстрого редактирования как данных, так и большинства параметров самих алгоритмов. В частности, у специалиста есть возможность добавлять, изменять и удалять ветви условий и свойств при помощи любого текстового редактора. Синтаксис описания условий интуитивно понятен, что облегчает понимание внутреннего устройства алгоритмов. Благодаря использованию такой схемы ЭС имеет огромный потенциал масштабируемости, легкий и быстрый доступ для коррекции алгоритма и исправления возможных ошибок, без дополнительного инструментария. Таким образом, разведены трудно интегрируемые части создания программного обеспечения:

- программистская — создание интерфейса пользователя, обработка введенных данных в соответствии с «жесткими» алгоритмами;

- научная — создание и развитие алгоритмов, вывод зависимостей, количественных и качественных переходов.

Пользовательский интерфейс реализован с помощью языка объектно-ориентированного программирования Object Pascal в среде Delphi. Кроме того, Borland Delphi предоставляет достаточно высокий уровень для создания стандартного пользовательского интерфейса в операционной системе Windows. Объектно-ориентированный стиль программирования идеально подходит для решения проблем, требующих детального представления объектов реального мира и динамических отношений между ними.

В ЭС ВЭТСОР используется продукционная модель представления знаний. Основная идея заключается в ассоциировании с соответствующими действиями набора условий в виде правил типа «если-то», называемых также продукциями:

ЕСЛИ условие, ТО действия.

«Если-то» — правила обычно оказываются весьма естественным выразительным средством представления знаний. Кроме того, они обладают следующими привлекательными свойствами:

- модульность: каждое правило описывает небольшой, относительно независимый фрагмент знаний;

- возможность инкрементного наращивания: добавление новых правил в базу знаний происходит относительно независимо от других правил;

- удобство модификации (как следствие модульности): старые правила можно изменять и заменять на новые относительно независимо от других правил;

- применение правил способствует прозрачности системы, т.е. способности к объяснению принятых решений и полученных результатов.

Однако продукционные системы не свободны от недостатков:

- процесс вывода менее эффективен, чем в других системах, поскольку большая часть времени при выводе затрачивается на непроизводительную проверку применимости правил;

- этот процесс трудно поддается управлению;

- сложно представить родовидовую иерархию понятий.

В физическом смысле база знаний представляет собой файл формата xml. Все основные понятия продукционной модели представления знаний вводятся с помощью тегов. Например:

```
<rules subitem= 19>
<elem1 if= «m»>
<if>условие 1</if>
...
<if>условие m</if>
<then>подэлемент k</then>
<explanation>объяснение</explanation>
</elem1>
...
<elem19>
</rules>
```

Из примера видно, что для выбора подэлементов элемента 1 проверяется *m* условий, при выполнении

этих условий для элемента 1 выбирается подэлемент  $k$  с соответствующим объяснением.

Технологическая схема состоит из 19 элементов:

$$X = (X_1, X_2, \dots, X_{19}),$$

где  $X_1$  — направление движения очистного забоя относительно элементов залегания угольного пласта,  $X_1 = \{x_{1,1}, x_{1,2}, \dots, x_{1,5}\}$ . Возможные значения ( $x_{1,1}$  — по простиранию;  $x_{1,2}$  — по падению;  $x_{1,3}$  — по восстанию;  $x_{1,4}$  — вкрест простирания;  $x_{1,5}$  — диагонально по восстанию);  $X_2$  — расположение подготовительных выработок относительно пласта,  $X_2 = \{x_{2,1}, x_{2,2}, x_{2,3}\}$ . Возможные значения ( $x_{2,1}$  — пластовое;  $x_{2,2}$  — полевое;  $x_{2,3}$  — пластово-полевое);  $X_3$  — порядок отработки выемочных столбов при различных способах подготовки шахтного поля,  $X_3 = \{x_{3,1}, x_{3,2}, x_{3,3}\}$ . Возможные значения ( $x_{3,1}$  — при панельной;  $x_{3,2}$  — при этажной;  $x_{3,3}$  — при погоризонтной);  $X_4$  — последовательность проведения подготовительных выработок относительно подвижного фронта очистных работ,  $X_4 = \{x_{4,1}, x_{4,2}, x_{4,3}\}$ . Возможные значения ( $x_{4,1}$  — последовательное (раздельное);  $x_{4,2}$  — одновременное;  $x_{4,3}$  — одновременно-последовательное);  $X_5$  — схема проведения подготовительных выработок (количество выработок и ширина забоя),  $X_5 = \{x_{5,1}, x_{5,2}, \dots, x_{5,4}\}$ . Возможные значения ( $x_{5,1}$  — узким забоем при столбовых системах разработки;  $x_{5,2}$  — узким забоем при сплошных системах разработки (или комбинированных);  $x_{5,3}$  — парным забоем при охране выработки целиками;  $x_{5,4}$  — широким забоем);  $X_6$  — способ охраны выемочных выработок,  $X_6 = \{x_{6,1}, x_{6,2}, \dots, x_{6,8}\}$ . Возможные значения ( $x_{6,1}$  — целиками угля;  $x_{6,2}$  — блоками БЖД;  $x_{6,3}$  — органичные ряды;  $x_{6,4}$  — костры, кусты, чураковые стенки;  $x_{6,5}$  — жесткие литые полосы;  $x_{6,6}$  — породные полосы (околоштрековые и опорные);  $x_{6,7}$  — секционные механизированные крепи усиления;  $x_{6,8}$  — пневмобаллонные костры);  $X_7$  — схема проветривания выемочного участка,  $X_7 = \{x_{7,1}, x_{7,2}, \dots, x_{7,5}\}$ . Возможные значения ( $x_{7,1}$  — прямоточное с подсвежением;  $x_{7,2}$  — прямоточное без подсвежения;  $x_{7,3}$  — возвратноточная с подсвежением;  $x_{7,4}$  — возвратноточная без подсвежения;  $x_{7,5}$  — с дренажным штреком);  $X_8$  — способ выемки угля в лавах,  $X_8 = \{x_{8,1}, x_{8,2}\}$ . Возможные значения ( $x_{8,1}$  — струговыми установками;  $x_{8,2}$  — узкозахватными комбайнами);  $X_9$  — тип средств участкового транспорта угля,  $X_9 = \{x_{9,1}, x_{9,2}, \dots, x_{9,6}\}$ . Возможные значения ( $x_{9,1}$  — ленточными конвейерами обычной конструкции ( $x_{9,2}$  — крутонаклонными ленточными конвейерами;  $x_{9,3}$  — телескопическими ленточными конвейерами;  $x_{9,4}$  — грузолюдскими ленточными конвейерами;  $x_{9,5}$  — пластинчатыми конвейерами;  $x_{9,6}$  —

скребковыми конвейерами);  $X_{10}$  — наличие усредняющих бункеров,  $X_{10} = \{x_{10,1}, x_{10,2}\}$ . Возможные значения ( $x_{10,1}$  — с механизированным бункером конвейером;  $x_{10,2}$  — с горным бункером;  $x_{10,3}$  — безбункерный);  $X_{11}$  — тип вспомогательного транспорта по участковым выработкам,  $X_{11} = \{x_{11,1}, x_{11,2}, \dots, x_{11,6}\}$ . Возможные значения ( $x_{11,1}$  — грузолюдские конвейеры;  $x_{11,2}$  — рельсовый: электровозы, дизелевозы, напочвенные канатные дороги;  $x_{11,3}$  — канатная: в вагонетках, в скипах;  $x_{11,4}$  — безрельсовый;  $x_{11,5}$  — монорельсовый транспорт;  $x_{11,6}$  — канатный подвесной: моноканатные дороги, двухканатные подвесные дороги);  $X_{12}$  — тип средств механизации отбойки горной массы в подготовительных выработках,  $X_{12} = \{x_{12,1}, x_{12,2}, \dots, x_{12,5}\}$ . Возможные значения ( $x_{12,1}$  — проходческие комбайны;  $x_{12,2}$  — буровзрывные комплексы;  $x_{12,3}$  — проходческие комбайны с камнерезными машинами;  $x_{12,4}$  — проходческие комбайны с навесными бурильными манипуляторами;  $x_{12,5}$  — проходческие комбайны с импульсным воздействием);  $X_{13}$  — тип транспорта горной массы из забоя подготовительной выработки,  $X_{13} = \{x_{13,1}, x_{13,2}, \dots, x_{13,6}\}$ . Возможные значения ( $x_{13,1}$  — ленточными конвейерами обычной конструкции;  $x_{13,2}$  — крутонаклонными ленточными конвейерами;  $x_{13,3}$  — телескопическими ленточными конвейерами;  $x_{13,4}$  — грузолюдскими ленточными конвейерами;  $x_{13,5}$  — пластинчатыми конвейерами;  $x_{13,6}$  — скребковыми конвейерами);  $X_{14}$  — тип вспомогательного транспорта при проведении подготовительных выработок,  $X_{14} = \{x_{14,1}, x_{14,2}, \dots, x_{14,6}\}$ . Возможные значения ( $x_{14,1}$  — грузолюдские конвейера;  $x_{14,2}$  — рельсовый: электровозы, дизелевозы, напочвенные канатные дороги;  $x_{14,3}$  — канатная: в вагонетках, в скипах;  $x_{14,4}$  — безрельсовый;  $x_{14,5}$  — монорельсовый транспорт;  $x_{14,6}$  — канатный подвесной: моноканатные дороги, двухканатные подвесные дороги);  $X_{15}$  — способ управления горным давлением,  $X_{15} = \{x_{15,1}, x_{15,2}, x_{15,3}\}$ . Возможные значения ( $x_{15,1}$  — полным обрушением;  $x_{15,2}$  — полной закладкой;  $x_{15,3}$  — частичной закладкой);  $X_{16}$  — способ ведения закладочных работ и возведения породных полос,  $X_{16} = \{x_{16,1}, x_{16,2}, \dots, x_{16,5}\}$ . Возможные значения ( $x_{16,1}$  — механический;  $x_{16,2}$  — гидравлический;  $x_{16,3}$  — пневматический;  $x_{16,4}$  — гидропневматический);  $X_{17}$  — характер размещения раскоски при проведении подготовительных выработок,  $X_{17} = \{x_{17,1}, x_{17,2}, x_{17,3}\}$ . Возможные значения ( $x_{17,1}$  — двухсторонняя раскоска с проведением выработок: за лавой; до начала очистных работ;  $x_{17,2}$  — односторонняя раскоска с проведением выработки впереди лавы  $x_{17,3}$  — односторонняя раскоска с проведением выработки за лавой);  $X_{18}$  — способ ремонта оборудования очистного механизированного комплекса в смежный выемочный столб,  $X_{18} = \{x_{18,1}, x_{18,2}$ ,

$x_{18,3}$ }. Возможные значения ( $x_{18,1}$  — разворотом в плоскости пласта;  $x_{18,2}$  — перемонтажом посредством лебедок;  $x_{18,3}$  — самоперемещением секций механизированной крепи);  $X_{19}$  — длина очистного забоя,  $X_{19} = \{x_{19,1}, x_{19,2}\}$ . Возможные значения ( $x_{19,1}$  — с длинными очистными забоями;  $x_{19,2}$  — с короткими очистными забоями).

Каждому элементу технологической системы соответствует определенное количество подэлементов систем, являющихся значениями для заданных элементов. Так, например,  $X_{19}$  — длина очистного забоя — включает в себя два подэлемента:  $x_{19,1}$  — с длинными очистными забоями и  $x_{19,2}$  — с короткими очистными забоями. Эти подэлементы выбираются из базы знаний на основе введенных пользователем входных данных и при выполнении соответствующих правил. При выборе учитывается количество выполненных условий. Так, при выполнении всех условий можно с абсолютной уверенностью сказать, что данный подэлемент соответствует условиям и будет включен в выборку возможных подэлементов. При невыполнении ни одного условия следует вывод о том, что данный подэлемент не может быть включен в выборку. При неполном выполнении условий для подэлемента вводится фактор уверенности сделанного выбора.

В качестве машины вывода используется система с прямым логическим выводом, в которой производится многократное применение всех правил базы знаний к доступным данным с возможностью запроса недостающих. Процесс преобразования данных под воздействием машины логического вывода происходит до тех пор, пока возможно изменение их значений. Упрощенный алгоритм функционирования такой экспертной системы следующий:

1. В рабочую память через интерфейс вводятся пользователем значения исходных переменных.
2. В базе знаний определяются те правила, в условиях которых присутствуют переменные, имеющиеся в рабочей памяти.
3. Производится попытка применения правил с помощью машины логического вывода и занесение результатов в рабочую память.
4. Если применение хотя бы одного правила оказалось успешным, то переход к п. 2.
5. Если достигнутое состояние рабочей памяти (базы данных) не позволяет больше применить ни одно из правил базы знаний, то процесс логического вывода заканчивается и диспетчер принимает решение о выдаче пользователю через интерфейсный блок информации, полученной в результате применения правил.

Системы с прямым логическим выводом более просты в построении, результатом работы у них обычно является целый пакет данных, и их эффективность соответствует требованиям выбранной задачи.

В ЭС ВЭТСОР в процессе выбора создается набор всех возможных подэлементов для каждого элемента. Далее, для принятия решения, системой из этих выбранных подэлементов, то есть сети возможных

значений, выбирается один элемент, являющийся наиболее эффективным с точки зрения экономических затрат, правил техники безопасности, увеличения нагрузки на очистной забой и т.д.

С помощью ЭС производится синтез оптимальных управляемых подсистем. Под синтезом системы понимается проектирование инженерно-технического решения, когда ставится задача определения контуров проектируемой динамической системы, какой является, например, технологическая схема очистных работ. Такой объект с определенной структурой можно разделить на отдельные относительно обособленные подсистемы так, чтобы, кроме внутренних связей, они характеризовались конечным числом внешних связей-множеств различаемых состояний фазовых переменных объекта.

При синтезе систем решаются две основные задачи: определение множества вариантов начального состояния системы и выбор из них оптимального варианта.

В результате из графа состояний выбираются вероятные (рисунки 4 и 5) и оптимальные (рисунки 6 и 7) пути от вершины 00 к вершине 20. Он соответствует наиболее эффективной технологической схеме, удовлетворяет введенным условиям и является оптимальным.

Предложенная ЭС рекомендуется к генерированию оптимальных технологических схем очистных работ для условий отработки пологих и наклонных тонких и средней мощности угольных пластов.

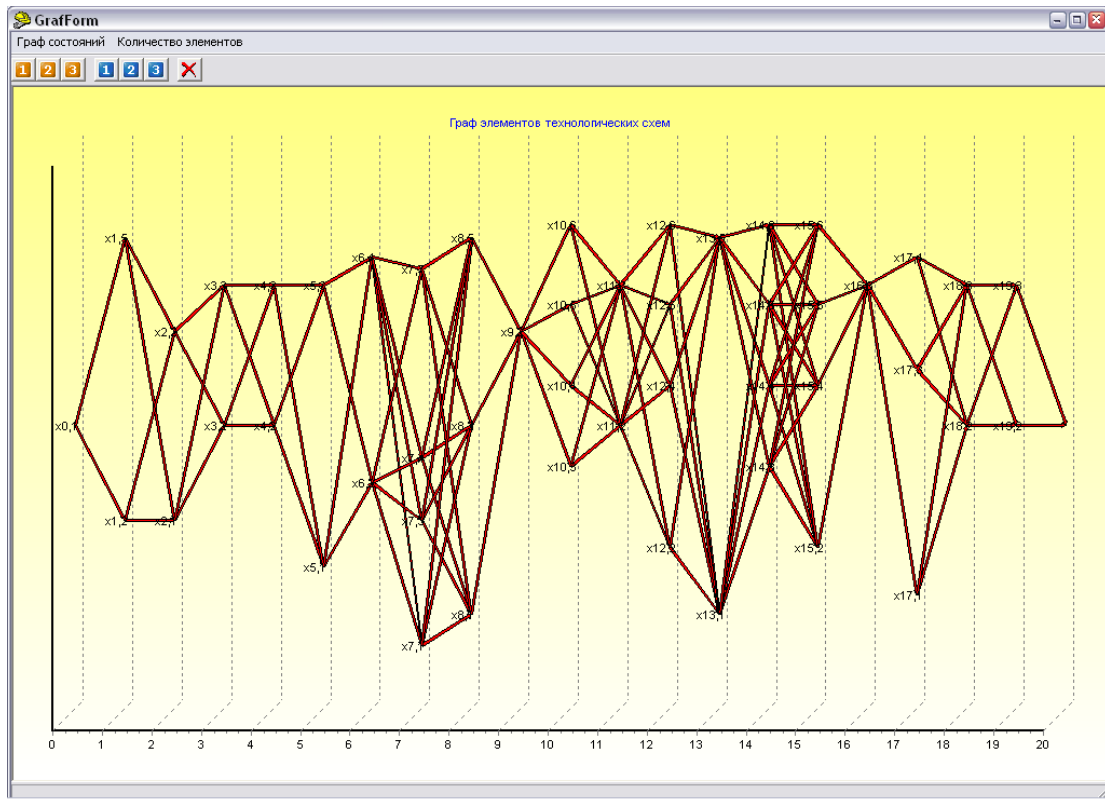


Рис. 4. Граф вероятных подэлементов ТС

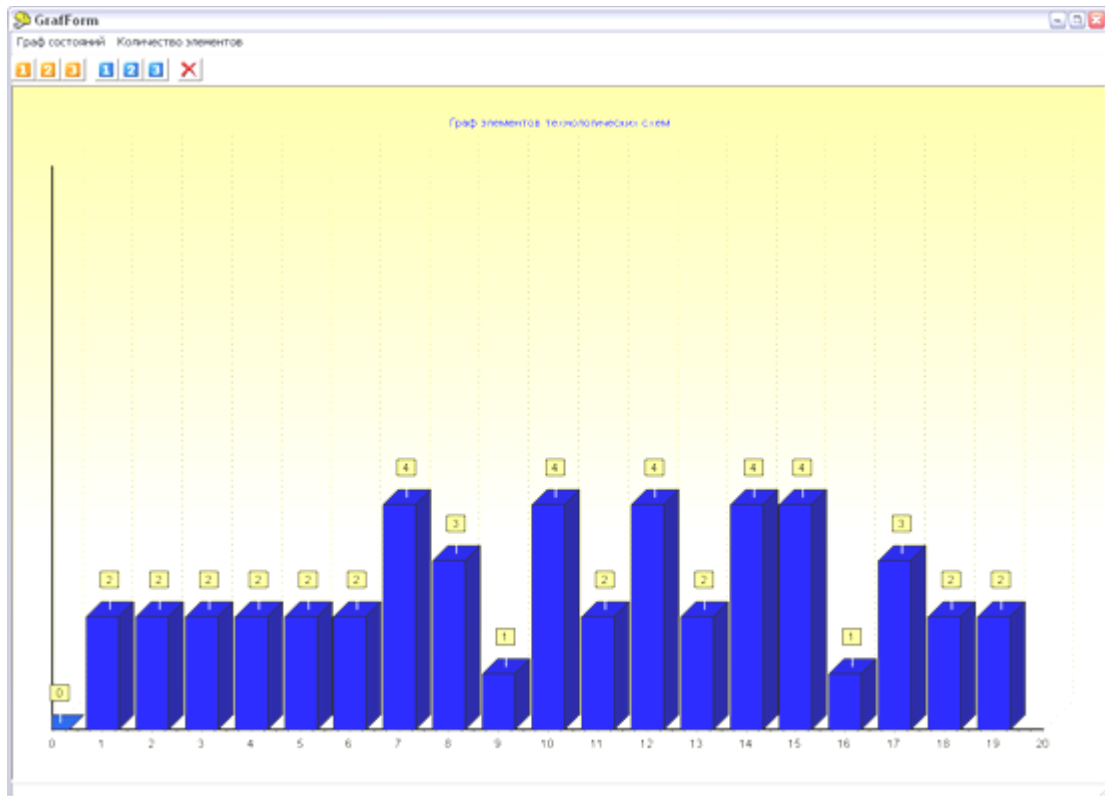


Рис. 5. Гистограмма вероятных подэлементов ТС

№	Элемент	Подэлемент	Обозначение	Уверенность
1	Расположение очистного забоя относительно элементов залегания пласта	по падению	x1,2	1,00
2	Длина очистного забоя	с длинными очистными забоями	x2,1	1,00
3	Расположение подготовительных выработок относительно пласта	пластово-полевое	x3,3	1,00

4	Порядок и направление отработки в выемочных столбов при различных способах подготовки	при погоризонтной	x4,3	0,50
5	Последовательность проведения подготовительных выработок относительно подвижного фронта очистных работ	последовательное(раздельное)	x5,1	1,00
6	Ширина и совместимость забоев проходимых подготовительных выработок	узким забоем при сплошных системах разработки (или комбинированных)	x6,2	0,83
7	Способы охраны выемочных выработок (в т.ч. в зонах опорного давления)	целикками угля	x7,1	1,00
8	Схема проветривания выемочного участка	прямоточное с подсвежением	x8,1	1,00
9	Способ выемки угля в очистном забое	узкозахватными комбайнами	x9,2	0,60
10	Тип транспорта угля по участковым выборкам(конвейерный)	телескопическими ленточными конвейерами	x10,3	1,00
11	Тип перегрузочного пункта с участкового на магистральный транспорт	с горным бункером	x11,2	1,00
12	Тип вспомогательного транспорта по участковым выработкам	монорельсовый транспорт	x12,5	1,00
13	Тип средств механизации для отбойки горной массы в подготовительной выработке	проходческие комбайны	x13,1	1,00
14	Тип транспорта горной массы из подготовительной выработки	телескопическими ленточными конвейерами	x14,3	1,00
15	Тип вспомогательного транспорта при проведении подготовительной выработки	монорельсовый транспорт	x15,5	1,00
16	Способ управления горным давлением	частичной закладкой	x16,3	0,33
17	Способы доставки и размещения породы в выработанном пространстве	пневматический	x17,3	1,00
18	Характер размещения раскоски при проведении подготовительных выработок	односторонняя раскоска с проведением в выработки за лавой	x18,3	0,67
19	Способ демонтажа очистного оборудования	перемонтажом посредством лебедок	x19,2	1,00

Рис. 6. Оптимальные подэлементы ТС

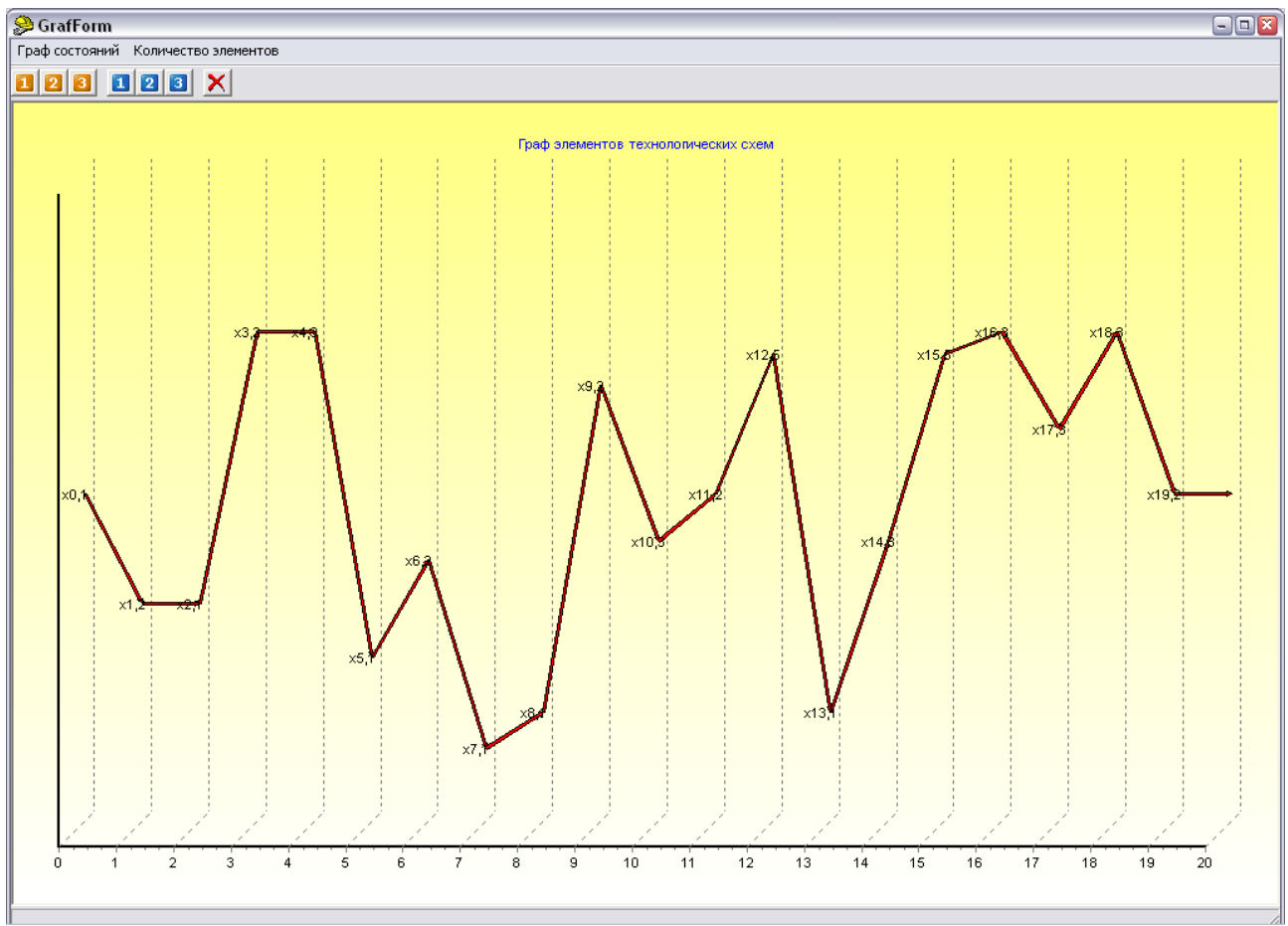


Рис. 7. График оптимальных подэлементов ТС

## Раздел 3

## Машиностроение. Металлургия

УДК 621.744

*А.З. ИСАГУЛОВ  
В.Ю. КУЛИКОВ  
О.С. СОГРИНА  
В.В. ЯКОВЛЕВ*

### Расчёт литниковой системы для отливок радиаторов при литье в оболочковые формы

Одним из преимуществ литья в оболочковые формы является стабильность литниковой системы. Размывы, происходящие в обычных песчаных формах в процессе заливки, можно не учитывать при литье в оболочковые формы.

Особенностью при литье в оболочковые формы является большая скорость течения металла в форме. Турбулентное движение металла, входящего в полость формы, становится причиной шероховатости литой поверхности, превышающей допустимую. Сечения литников, которые обеспечивают минимальную усадку при литье в песчаные формы, могут быть причиной брака по размерам при литье в оболочковые формы.

При выборе типа литниковой системы в первую очередь необходимо определить положение отливки, которое обеспечивало бы удобство их изготовления, формы и модели, требуемые условия питания и заполнения формы. Вместе с тем следует учитывать большую скорость заливки металла благодаря наличию гладкой поверхности формы и меньшего его сопротивления, а также меньшую скорость

охлаждения форм, что позволяет применять закрытые прибыли.

Кроме того, следует иметь в виду, что оболочковая форма достаточно прочна; газопроницаемость формы сравнительно высокая, но по мере выгорания смолы песчано-смоляная смесь быстро разрушается. Все это влияет на течение металла и процесс затвердевания, причем степень этого влияния зависит от применяемого металла и состояния формы.

Для отливок радиаторов применяем вертикальную литниковую систему с подводом питания снизу, которая обеспечивает наилучшие условия заполнения отливок с малыми толщинами стенок (5 мм у радиаторов); создает наиболее благоприятные условия для питания; в наименьшей степени способствует развитию местных разогревов и связанных с ними дефектов; требует минимального расхода металла и проста по выполнению. При длительном течении металла, имеющего высокую температуру, выгорает большая часть смолы у основания стояка и в потоке металла могут образоваться углеродистые включения, которые при неправильном выборе литниковой



системы попадают в полость формы и являются причиной образования дефектов на поверхности отливки.

Заливку металла производят так, чтобы шлак и прочие окислы задерживались в литниковой чаше или улавливались шлакоуловителем, предусмотренным в соответствующем месте. Конструкция литниковой чаши должна исключать попадание шлака в центральную литниковую систему. Для литья отливок радиаторов применяем литниковую чашу.

Размеры литниковой чаши наряду с ёмкостью ковша и высотой заливки определяют начальную скорость течения металла.

Наряду с этим при литье радиаторов в оболочковые формы необходимо осуществлять принцип направленной кристаллизации при вертикальной заливке.

Стабильность размеров литниковых систем оболочковых форм может выдерживаться в пределах  $\pm 10\%$ . Метод эмпирического подбора размеров, часто применяемый при изготовлении простых отливок в оболочковых формах, не даёт устойчивых результатов. Идеальным является такое положение, когда основа конструкции рассчитана по формулам и затем откорректирована после одной или двух пробных заливок.

Хорошо сконструированная литниковая система обеспечивает заполнение всех полостей формы и окончание формирования металлической корки до того, как газовыделение от разлагающего смоляного связующего достигнет максимума.

При конструкции литниковых систем необходимо учитывать скорость заливки металла.

Можно допустить, что жидкостное трение в литниковых системах оболочковых форм в 3 раза меньше жидкостного трения в литниковых системах влажных песчаных форм. По этой причине площади поперечных сечений различных элементов литниковой системы оболочковой формы должны подсчитываться.

Основным положением при проектировании любой литниковой системы является определение размеров сечения стояка: в данном случае диаметра, так как используется круглый стояк. Площадь  $F$  нижнего сечения стояка зависит от общего металлостатического напора, равного высоте жидкого металла над этим сечением:

$$F = \frac{v_3}{\rho v},$$

где  $v_3$  — скорость заливки металла, г/с;

$v$  — скорость течения металла в стояке, см/с;

$\rho$  — плотность жидкого металла, г/см<sup>3</sup>.

К факторам, влияющим на скорость заливки металла, относятся размер формы, объём полости формы, максимальная и минимальная толщина поперечного сечения отливки и свойства заливаемого металла. Продолжительность заливки включает время заполнения чаши, стояка, питателей. Из-за постепенного уменьшения металлостатического напора по мере заполнения полости формы скорость заливки также уменьшается к концу заливки. Значения скорости заливки выбираем по таблице [1]. Для отливок

радиаторов номинальная скорость заливки составит 3810 г/с.

Практически скорость заливки не может быть выдержана постоянной, вследствие того, что по мере заполнения полости формы напор металла уменьшается.

Металлостатический напор зависит от способа заливки. Каждый способ заливки влияет на высоту стояка, зависящую от размеров полости отливки при статической заливке или от центробежной силы, определяемой скоростью и радиусом вращения полости отливки в случае центробежной заливки.

Общий металлостатический напор при вертикальной заливке включает размер формы, необходимый для размещения отливки.

На практике уровень жидкого металла в литниковой чаше составляет примерно 100 мм над самой высшей точкой полости формы. Эта величина включает около 50 мм избыточной высоты металла над стояком в литниковой чаше.

Определение размеров питателя и места его подвода к отливке производится в соответствии с принципом направленного затвердевания. При этом в системе отливка-питатель затвердевание должно происходить последовательно от тонких сечений к толстым; последним в системе должен застывать питатель.

Направленное затвердевание обеспечивается соблюдением следующих правил:

1) питатель устанавливают у наиболее массивного узла отливки;

2) если массивные узлы разделены тонкими сечениями, то устанавливают соответствующее число питателей у каждого отдельного узла;

3) питатель заполняется непосредственно из литникового хода;

4) переходные питатели следует применять в случаях, когда конструкция отливки или расположение отливок в форме не позволяет применять непосредственное питание.

При литье отливок радиаторов используем подвод металла снизу.

При конструировании литниковой системы необходимо учитывать, что каналы литниковой системы не должны тормозить усадку отливки. Каналы литниковых систем не следует располагать по границам формы и стержня. Переходы от канала одного сечения к каналу другого сечения, а также повороты каналов следует делать плавными с радиусами галтелей, составляющими от 1/3 до 1/2 диаметра канала. При переходе от стояка к литниковому ходу и от литникового хода к крайнему литнику следует предусмотреть зумпфы с радиусами закруглений, равными радиусу канала и глубиной не менее диаметра этого канала.

Скорость течения  $v$  жидкого металла в стояке зависит от размеров отливки, потерь напора на пути от литниковой чаши до полости формы и места подвода питателя к отливке. Скорость течения металла определяем по таблице [1]. Плотность чугуна марки СЧ10 7,2 г/см<sup>3</sup>.

$$F = \frac{3810}{7,2 \times 556} = 95 \text{ мм}^2.$$

Диаметр нижнего сечения стояка

$$d_i = \sqrt{\frac{4 \times F}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \times 95}{3,14}} = 11 \text{ мм}.$$

Площадь верхнего сечения стояка рассчитываем по формуле

$$F_{a.л.} = F_{i.н.} \sqrt{\frac{I_{\dot{o}}}{I_{\dot{N}}}} = 95 \sqrt{\frac{610}{50}} = 331 \text{ мм}^2,$$

где  $F_{н.с.}$  — площадь нижнего сечения стояка;  
 $H_T$  — общий металлостатический напор;  
 $H_C$  — высота избыточного металла в литниковой чаше (50 мм).

$$d_a = \sqrt{\frac{4 \times 331}{3,14}} = 20,5 \text{ мм}.$$

Зная площадь нижнего сечения стояка, можно определить остальные размеры литниковой системы.

Диаметр зумпфа определяется из выражения

$$5F_{н.с.} = 5 \times 95 = 475 \text{ мм}^2,$$

$$d_{\zeta} = \sqrt{\frac{4 \times 475}{3,14}} = 24 \text{ мм}.$$

Отношение площади сечения стояка, шлакоуловителя и питателя будем принимать как [1]

$$F_{cm} : F_{ил.} : F_{nut} = 1,4 : 1,2 : 1,$$

$$F_{cm} : F_{ил.} : F_{nut} = 95 : 81 : 68 \text{ мм}^2.$$

Сторона шлакоуловителя 9 мм, а питателя 8 мм. Сечение элементов литниковой системы приведено на рис. 1.

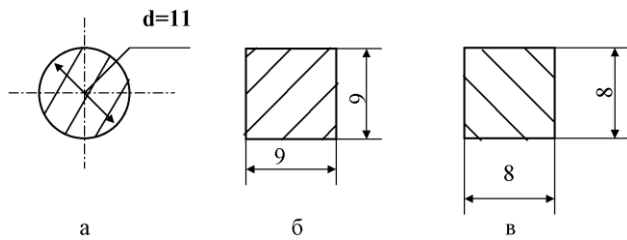


Рис. 1. Размеры элементов литниковой системы в сечении: а — стояк; б — шлакоуловитель; в — питатель

Расположение отливок и литниковой системы в оболочковой форме показано на рис. 2.

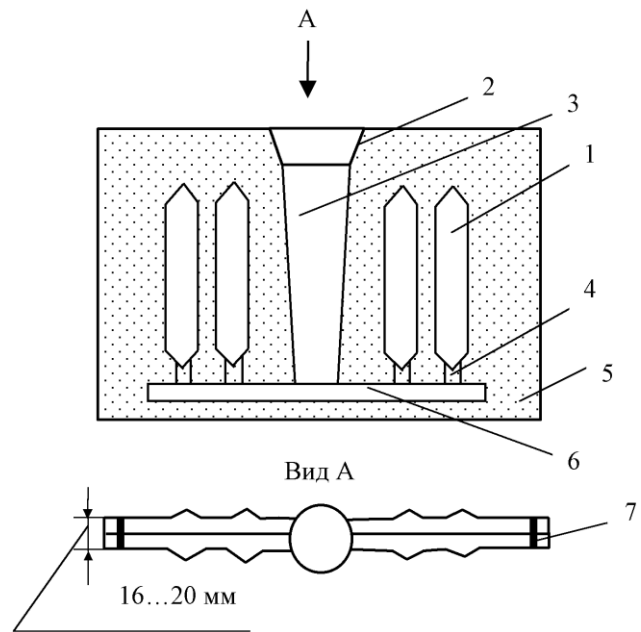


Рис. 2. Схема подвода металла к отливкам радиаторов в оболочковые формы: 1 — отливка радиатора; 2 — литниковая чаша; 3 — стояк; 4 — питатели; 5 — форма; 6 — шлакоуловитель; 7 — скоба для фиксации половинок оболочек

Подвод питания снизу позволяет облегчить отделение питателей при очистке радиаторов.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Соколов Н. А. Литьё в оболочковые формы. М.: Машиностроение, 1969. 328 с.

ӘОЖ 621.791.357

М.Р. СИҚЫМБАЕВ  
 Г.А. БАЙЖАБАҒЫНОВА

### Материалдарды электрлік түйіспемен өңдеу тиімділігіне әсер ететін факторлар

Электр-физикалық және электр-химиялық әдістердің арасында электрлік түйіспемен өңдеу (ЭТӨ) жабдықтары мен технологиясы бойынша ең қарапайым әдістердің бірі болып табылады. ЭТӨ процесі металдарды өлшемдік өңдеуді білдіреді, ол алынатын

әдіпті өңделетін бет пен айналатын электрод-сайман (ЭС) арасында болатын электрлік разрядармен балқытуға негізделген.

Процесс электрод арасындағы аралыққа (ЭАА) қысылған ауаны беру немесе май, су немесе үш про-

центтік эмульсол ерітіндісін құю арқылы төменгі кернеуде жүзеге асырылады. ЭС салқындатудың арнайы жүйесін қолдану ЭС температурасын едәуір төмендетуге ғана емес, сонымен бірге оны беттің сапасын жоғарылату мақсатымен өңдеу аймағына енгізу үшін жұмыстық сұйықтық (ЖС) ағынын нормалауға мүмкіндік береді, бұдан басқа ЭТӨ өңдеу аймағында өте үлкен қуаттарды іске асыруға және өнімділікті 400-450 мм/мин дейін арттыруға мүмкіндік береді, ал бұл дайдамалар механикалық кесу кезінде едәуір жоғары болады. Тәсіл үнемді болады — электрлік ұшқын режимінде өңдеу кезіндегіге қарағанда, электр энергиясының жұмсалуды 6-10 есе төмен [1].

Процесс 20-40 В кернеу және 6 кА дейінгі ток күші кезінде айнымалы токта да, тұрақты токта да жүзеге асырылады [2]. Технологиялық ток көзі ретінде ВМГ, ВАКК типті түзеткіш қондырғылар немесе жеке жоба бойынша дайындалған қондырғылар қолданылады.

ЭТӨ процесін зерттеуге жұмыстардың үлкен көлемі арналған, оларды талдау әдіпті жою механизмінің өтуі және оған әр түрлі факторлардың әсер етуі туралы түсінікті құрастыруға мүмкіндік береді. Осыған байланысты жоғары өнімділікпен ерекшелене отырып, электрлік түйіспе әдісі ЭС салыс-тырмалы түрде көп тозуымен және беттің қанағаттандырылмайтын сапасымен сипатталады, бұл кезде ЭС тозуына негізінде келесі факторлар: ЭС айналу жылдамдығы және беру жылдамдығы, технологиялық токтың сипаты, полярлылық, ЖС жұмыстық ортасы, сондай-ақ ЭС кейбір қорғаныш жабындылары әсер етеді.

ЭС айналу жылдамдығы сайманның тозуына ғана емес, сонымен бірге станоктың конструкциялық дайындалуына және жұмысқа қабілеттілігіне де (жетекті қозғалтқыштың қуатына, токтан ажыратқыш құрылғына) әсер етеді. ЭС айналу жылдамдығының оның тозуына әсер етуін бағалай отырып, ЭТӨ процесінде ЭС бүйірлік беттері бойынша электрге қарсы разрядтардың әсеріне назар аударғымыз келеді, оның өз кезегінде пайдалы жақтары бар — ЭТӨ процесінің энергия сыйымдылығын төмендетеді, өңдеу сапасын, ЭС төзімділігін арттырады [3]. Машиналар тетіктері бетінің сапасы кедір-бұдырлылық мен иректілік сипатта-

маларының, беттің физика-механикалық, химиялық қасиеттерінің және микроқұрылымының жиынтығымен анықталады. Электрлік түйіспе әдісімен өңделген бет, едәуір кедір-бұдырлылықпен және термиялық әсер ету аймағының (ТӘА) бар болуымен ерекшеленеді. Аталған параметрлер негізінде ЭТӨ электрлік режиміне, сондай-ақ дайындама материалының физика-механикалық сипаттамаларына, ЭС беру жылдамдығына және электродтар арасындағы қысымға байланысты болады. ЭТӨ-ден кейін бетте түзілген шұқыршақтардың тереңдігін өлшеу, кернеу азайған сайын шұқыршақтардың тереңдігі азаятынын көрсетті. Олардың ең аз мәні 50-80 мм құрайды, бұл  $R_z = 40-80$  мкм кедір-бұдырлылыққа сәйкес келеді.

Өңделетін металдың беттік қабатындағы ТӘА тереңдігі және сипаты жылулық әсердің қарқындылығымен ұзақтығына және металдың физикалық қасиеттеріне байланысты болады, металдың жылу өткізгіштігі жоғарылаған сайын ТӘА қалыңдығы ұлғаяды. Металдардың физикалық-жылулық қасиеттері бірдей болғанда ТӘА ең үлкен тереңдігі берудің минимум мәндері кезінде байқалады. Сонымен, мысалы, Х13Н9Т болатын ЭТӨ-ден кейін ТӘА тереңдігі 0,24-0,3 мм құрайды, жарықшақтар болмайды, ал 45 болатын ЭТӨ кезінде ТӘА тереңдігі — 1,6 мм. ЭТӨ-ден кейін 110Г13Л болатын рентгенографиялық зерттеулер [3], беттік қабатты беріктендіру болатынын көрсетті. Беріктендіру екінші реттік қалдық кернеулерден және аустениттің мартенситке жартылай айналуынан пайда болған. Бұл кезде беріктендірілген қабаттың тереңдігі шамамен 0,1 мм құрайды.

Тәжірибелік қондырғыны зерттеу және сынау негізінде электрлік түйіспемен өңдеудің:

- бірінші реттік шынықтырудан бас тартуға;
- қымбат тұратын ажарлау жабдықтарын қолданудан бас тартуға;
- өнімділікті 2-2,5 есе арттыруға мүмкіндік беретіні анықталған.

Жоғарыда айтылғаннан мынадай тұжырым жасауға болады: электрлік түйіспемен өңдеуге арналған қондырғыларды, онда механикалық өңдеу экономикалық тиімсіз болатын, қара және жартылай сәулелі операцияларда ендіру экономикалық ұтымды.

## ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Поляков И.Я. Основы электротехнологии и новые ее разновидности. Л.: Машиностроение. 1971.
2. Негримовский Л.Ф. Электроконтактный способ обдирки слоя, наплавленного износостойчивым сплавом // Станки и инструмент. №11. 1964.
3. Гуревич Н.Л. и др. Режимы резания труднообрабатываемых материалов. М.: Машиностроение, 1976. 273 с.

ӘОЖ 621.01:531.3

Ж.Б. БӘКІРОВ

## Механикалық жүйелердің кездейсоқ стационарлық тербелістері

Кездейсоқ стационар әсерлерден механикалық жүйелердің амалсыз тербелістерінің шешуі спектральдық әдіспен алынған. Шығу процесінің корреляционды функциясы мен спектрлік тығыздықтары, орын ауыстырудың, жылдамдықтың және үдеулердің дисперсиялары сыртқы әсерлердің төрт түрінен анықталған.

Еркіндігі бір дәрежелі тұрақты коэффициентті сызықтық жүйенің еріксіз тербелісінің теңдеуі мына түрде ие

$$\ddot{y} + 2\varepsilon\dot{y} + \omega_0^2 y = f_t / m, \quad (1)$$

мұнда  $m$  — тербелмелі бөлшектің салмағы;  
 $f_t$  — кездейсоқ күш.

Егер біртекті тендеу (1) асимптоталық орнықты шешімі болса, онда стационарлық жүктемеде ауыспалы процестен кейін стационар тербелістер тәртібі орнатылады. Шығу процесінің ықтималдық сипаттамасын анықтау, бұл жағдайда спектрлік әдіспен қарапайым өткізіледі. Егер сыртқы күш центрленбеген функция болса, онда (1)-ші тендеуді алғашқы нөлдік шартта математикалық үмітке жеке шығарамыз.

$$\ddot{m}_y + 2\varepsilon\dot{m}_y + \omega_0^2 m_y = m_f / m. \quad (2)$$

Бұл тендеу әдеттегі әдістермен оңай шешіледі. Сондықтан орталықты шенемей енді алғашқыда  $f_{(t)}$  күшін — стационарлы центрленген кездейсоқ шама деп ойлаймыз. Бұл жағдайда шешімнің сипаттамалары мына арақатынастарымен анықталады

$$S_y \omega = \frac{S_f \omega}{|L i\omega|^2}, \quad K_y \tau = \int_{-\infty}^{\infty} S_y \omega e^{i\omega\tau} d\omega, \quad (3)$$

мұнда (1)-ші оператор тендеуінің Фурье бейнесі тең

$$|L i\omega|^2 = L^* i\omega L i\omega = L i\omega L -i\omega,$$

$$L i\omega = H^{-1} i\omega = \omega_0^2 - \omega^2 + 2i\omega\varepsilon.$$

$H(i\omega)$  — жүйенің беріліс функциясы.

Кездейсоқ стационарлық процестің алғашқы екі туындысының корреляционды функциялары спектралдық көрінуге сәйкес, мына формулалармен анықталады.

$$K_{\dot{y}\tau} = -\ddot{K}_{y(\tau)} = \int_{-\infty}^{\infty} \omega^2 S_y \omega e^{i\omega\tau} d\omega, \quad (4)$$

$$K_{\ddot{y}\tau} = \frac{d^4 K_{y(\tau)}}{d\tau^4} = \int_{-\infty}^{\infty} \omega^4 S_y \omega e^{i\omega\tau} d\omega.$$

Алынған формулалардың құрамынан шығатыны

$$S_{\dot{y}} = \omega^2 S_y = \omega^2 |H_{(i\omega)}|^2 S_f \omega;$$

$$S_{\ddot{y}} = \omega^4 S_y = \omega^4 |H_{i\omega}|^2 S_f \omega.$$

Шығу дисперсиясын және оның алғашқы екі туындысын мына формулалармен анықтауға болады

$$D_y = \int_{-\infty}^{\infty} |H_{i\omega}|^2 S_f \omega d\omega, \quad (5)$$

$$D_{\dot{y}} = \int_{-\infty}^{\infty} \omega^2 |H_{i\omega}|^2 S_f \omega d\omega, \quad (6)$$

$$D_{\ddot{y}} = \int_{-\infty}^{\infty} \omega^4 |H_{i\omega}|^2 S_f \omega d\omega.$$

(5) пен (6)-ның интеграл асты өрнектері әдетте рационалды немесе бөлшекті рационалды функция болады. Бұл интегралды мына түрде көрсетеміз

$$I_n = \int_{-\infty}^{\infty} \frac{B_n \omega d\omega}{A_n \omega A_n - \omega}, \quad (7)$$

мұнда  $B_n(\omega)$  және  $A_n(\omega)$  — комплекссті коэффициенттер полиномы:

$$A_n \omega = a_0 \omega^n + a_1 \omega^{n-1} + \dots + a_{n-1} \omega + a_n;$$

$$B_n \omega = b_0 \omega^{2n-2} + b_1 \omega^{2n-4} + \dots + b_{n-2} \omega^2 + b_{n-1}. \quad (8)$$

Барлық  $A_n(\omega)$  түбірлері жоғарғы жарты жазықтықта орналасуы керек. (7)-ші интегралдары шегеру теоремасы бойынша мынаған тең болады:

$$I_1 = \frac{ib_0\pi}{a_0 a_1}; \quad I_2 = \frac{i\pi}{a_0 a_1} \left( -b_0 + \frac{a_0 b_1}{a_2} \right);$$

$$I_3 = \frac{\pi i}{a_0 a_0 a_3 - a_1 a_2} \frac{-a_2 b_0 + a_0 b_1 - a_0 a_1 b_2 / a_3}{a_0 a_0 a_3 - a_1 a_2}; \quad (9)$$

$$I_4 = i\pi \frac{b_0 - a_1 a_4 + a_2 a_3 - a_0 a_3 b_1 + a_0 a_1 b_2 + a_0 b_3}{a_0 a_0 a_3^2 + a_1^2 a_4 - a_1 a_2 a_3} \frac{a_0 a_3 - a_1 a_2}{a_4}.$$

Сыртқы әсер ету ақ шуыл спектрлік жазықтықты болсын

$$S_\omega = S_0 / 2\pi.$$

у процесінің спектрлік тығыздығы (3)-ші формула бойынша мына түрге ие

$$S_y = \frac{S_f \omega}{m^2 \left[ \omega_0^2 - \omega^2 + 4\varepsilon^2 \omega^2 \right]} = \quad (10)$$

$$= \frac{S_0}{2m^2 \pi \omega_0^2 - \omega^2 + 2i\omega\varepsilon} \frac{1}{\omega_0^2 - \omega^2 - 2i\omega\varepsilon}.$$

Корреляциондық функцияны (3)-ші интегралға шегеру теоремасын қолданып табамыз

$$K_{y\tau} = \frac{S_0}{2\pi m^2} \int_{-\infty}^{\infty} \frac{e^{i\omega\tau} d\omega}{A_2 \omega A_2 - \omega} =$$

$$= \frac{S_0}{2\pi m^2} 2\pi i \sum_{\kappa=1}^3 \frac{e^{i\omega_\kappa \tau}}{A'_2 \omega_\kappa A_2 - \omega_\kappa},$$

мұнда  $A_2 \omega = \omega^2 - 2i\omega\varepsilon - \omega_0^2$ .

Бұл полиномның түбірі жоғарғы жарты жазықтықта орналасқан және тең

$$\omega_1 = p + i\varepsilon, \quad \omega_2 = -p + i\varepsilon, \quad p = \sqrt{\omega_0^2 - \varepsilon^2}. \quad (11)$$

Онда

$$K_{y(\tau)} = \frac{S_0 e^{-\varepsilon|\tau|}}{4m^2 \varepsilon \omega_0^2} \left( \cos p\tau + \frac{\varepsilon}{p} \sin p|\tau| \right).$$

$\tau = 0$  болғанда дисперсияны табамыз

$$D_y = S_0 / 4\varepsilon \omega_0^2 m^2. \quad (12)$$

Егер диссипация жүйеде аз болса,  $S_f(\omega)$ -функциясы жай өзгерген жағдайда шығудың дисперсиясын жуық формуламен анықтауға болады

$$D_y \approx \pi S_f \omega_i / 2\varepsilon \omega_0^2 m^2. \quad (13)$$

(13)-ші формуланың (12)-ден айырмашылығы, оған  $\omega = \omega_0$  болатын  $S_f(\omega)$  спектрлі тығыздықтың мәні кіреді. Бұл нәтиженің анық физикалық мағынасы бар. Шығу процесі тар жолды болғандықтан және энергияның негізгі бөлігі спектрдің  $\omega_0$ -ге жақын жатқан жиіліктердің, тар аралығында шоғырланғаннан, жүйе өзінің жиілігі  $\omega_0$ -ге жақын жиіліктерге жауап береді. (12) мен (13)-інші формулаларды салыстыра отырып басқа тұжырым жасауға болады: егер  $\varepsilon \ll \omega_0$  және  $S_f(\omega)$

функциясы жай өзгерсе, сыртқы әсер етуді ақ шуылмен ауыстыруға болады, оның спектрлік тығыздығы өзіндік жиілігіндегі кіру процесінің спектрлік тығыздығына тең. Осыдан қабылдайтынымыз

$$S_0 = 2\pi S_f \omega_0 .$$

Енді сыртқы әсер экспоненциалды-коррелирлік процесс болсын

$$K_\tau = \sigma^2 e^{-\alpha|\tau|}, S_\omega = \sigma^2 \alpha / \pi \left( \alpha^2 + \omega^2 \right) . \quad (14)$$

Шығу спектралді тығыздығы мына түрге ие

$$S_y \omega = \frac{\sigma^2 \alpha}{\pi m^2} \cdot \frac{1}{L i\omega L -i\omega \omega^2 + \alpha^2} .$$

Шығу процесінің корреляционды функциясын табамыз

$$K_{y\tau} = \frac{\sigma^2 \alpha}{\pi m^2} \int_{-\infty}^{\infty} \frac{e^{i\omega\tau} d\omega}{A_3 \omega A_3 - \omega} = \frac{\sigma^2 \alpha}{\pi m^2} 2\pi i \sum_{\kappa=1}^3 \frac{e^{i\omega_\kappa \tau}}{A'_3 \omega_\kappa A_3 - \omega_\kappa} ,$$

мұнда  $A_3 = \omega^2 - 2i\varepsilon\omega - \omega_0^2$   $i\omega + \alpha = i\omega^3 + \omega^2 \alpha + 2\varepsilon - i\omega 2\varepsilon\alpha + \omega_0^2 - \alpha\omega_0^2$ , ал  $\omega_\kappa$  — осы полином түбірі.

Бұл полиномда (11) түбірлерінен басқа тағы бір түбір бар, ол жоғарғы жарты жазықтықта орналасады:  $\omega_3 = i\alpha$ . Осыны есепке ала отырып, жәнеде

$$A_3 - \omega = \omega + \omega_1 \omega + \omega_2 -i\omega + \alpha ,$$

жазамыз

$$K_{y\tau} = \frac{\sigma^2 \alpha 2i}{m^2} \left\{ \frac{e^{\tau ip - \varepsilon}}{-2p4i\varepsilon \left[ ip - \varepsilon^2 - \alpha^2 \right] p + i\varepsilon} + \frac{e^{-ip + \varepsilon \tau}}{2p \cdot 4i\varepsilon \left[ ip + \varepsilon^2 - \alpha^2 \right] - p + i\varepsilon} + \frac{e^{-\alpha\tau}}{2i\alpha \left[ \omega_0^2 + \alpha^2 - 4\varepsilon^2 \right]} \right\} .$$

Қиын емес математикалық өзгертуден кейін аламыз

$$K_y = \frac{\sigma^2}{2m^2 \omega_0^2 \left[ \omega_0^2 + \alpha^2 - 4\varepsilon^2 \right]} \alpha e^{-\varepsilon|\tau|} \left[ \alpha^2 + \omega_0^2 - 4\varepsilon^2 \times \cos \rho\tau + \frac{\varepsilon}{\rho} \left( 3\omega_0^2 + \alpha^2 - 4\varepsilon^2 \right) \text{Sin} \rho|\tau| \right] + 2\varepsilon\omega_0^2 e^{-\alpha|\tau|} .$$

$\tau = 0$  болған жағдайда дисперсияны табамыз

$$D_y = \frac{\sigma^2}{2m^2 \varepsilon \omega_0^2} \frac{\alpha + 2\varepsilon}{\omega_0^2 + \alpha^2 + 2\varepsilon\alpha} . \quad (15)$$

Берілген процесі ақ шуылмен ауыстырайық. Онда (13) формуладан табамыз

$$D_y \approx \frac{\sigma^2}{2m^2 \varepsilon \omega_0^2} \frac{\alpha}{\omega_0^2 + \alpha^2} ,$$

оның  $\varepsilon$  кіші болғанда (15)-ші өрнектен аса айырмашылығы жоқ.

Алғашқы екі туындының дисперсиясын анықтаймыз. (6)-шы формуладан алатынымыз

$$D_{\dot{y}} = \frac{\sigma^2 \alpha}{m^2 \pi} \int_{-\infty}^{\infty} \frac{\omega^2 d\omega}{A_3 \omega A_3 - \omega} .$$

Бұл интегралды (7)-ші формула бойынша анықтай отырып

$$a_0 = i, a_1 = \alpha + 2\varepsilon, a_2 = -i \omega_0^2 + 2\alpha\varepsilon ,$$

$$a_3 = -\alpha\omega_0^2; b_0 = 0, b_1 = 1, b_2 = 0,$$

аламыз

$$D_{\dot{y}} = \frac{\sigma^2}{2m^2 \varepsilon} \cdot \frac{\alpha}{\omega_0^2 + \alpha^2 + 2\varepsilon\alpha} .$$

Осыған ұқсас анықтаймыз

$$D_{\ddot{y}} = \frac{\sigma^2 \alpha}{m^2 \pi} \int_{-\infty}^{\infty} \frac{\omega^4 d\omega}{|A_3 \omega|^2} = \frac{\sigma^2 \alpha}{2m^2 \varepsilon} \cdot \frac{\omega_0^2 + 2\varepsilon\alpha}{\omega_0^2 + \alpha^2 + 2\varepsilon\alpha} .$$

Келесі корреляционды функциялары бар

$$K_{(\tau)} = \sigma^2 e^{-\alpha|\tau|} \cos \theta\tau \quad (\alpha > 0), \quad (16)$$

$$K_{(\tau)} = \sigma^2 e^{-\alpha|\tau|} (\cos \theta\tau + \frac{\alpha}{\theta} \sin \theta\tau) \quad (\alpha > 0). \quad (17)$$

Сыртқы әсер етуді қарастырайық. Олардың спектрлі тығыздықтарының құрылымдары бірдей

$$S_\omega = \frac{d\sigma^2 \alpha}{\pi} \frac{d_2 \omega^2 + a^2}{\omega^2 - a^2 + 4\alpha^2 \omega^2} ,$$

мұнда  $a = \alpha^2 + \beta^2$ ;  $d = 1, d_2 = 1$  — (16)-шы процесс үшін;  $d = 2, d_2 = 0$  (17)-шы процесс үшін.

Шығу дисперсиясы мына формула бойынша анықталады

$$D_\delta = \frac{d\sigma^2 \alpha}{\pi m^2} \int_{-\infty}^{\infty} \frac{d_2 \omega^2 + a^2}{A_4 \omega A_{4-\omega}} d\omega = \frac{d\sigma^2 \alpha}{\pi m^2} I_4 ,$$

мұнда  $A_{4-\omega} = \omega^2 - 2i\varepsilon\omega - \omega_0^2$   $\omega^2 - 2i\alpha\omega - a^2$  .

$I_4$  интегралын (7)-ші формула бойынша анықтаймыз:

$$a_0 = 1, a_1 = -2i \alpha + \varepsilon , a_2 = -\omega_0^2 + a^2 + 4\varepsilon\alpha ,$$

$$a_3 = 2i \alpha\omega_0^2 + \varepsilon a^2 , a_4 = a^2 \omega_0^2; b_0 = b_1 = 0, b_2 = d_2, b_3 = a^2 .$$

Бұдан бір жолата алатынымыз

$$D_\delta = \frac{d\sigma^2}{2m^2 \omega_0^2 \varepsilon W} \left[ \alpha d_2 \omega_0^2 + a^2 + d_2 + 1 \varepsilon \omega_0^2 + 4\varepsilon\alpha \alpha + \varepsilon \right] ,$$

мұнда  $W = 4 \alpha + \varepsilon \alpha\omega_0^2 + \varepsilon a^2 + \omega_0^2 - a^2 + 1$  .

Туындының дисперсиясын анықтағанда  $a_i$  өз қалпында қалады, ал

$$b_0 = b_3 = 0, b_1 = d_2, b_2 = a^2 .$$

Онда  $D_\delta = \frac{d\sigma^2}{2m^2 \varepsilon W} \left[ \alpha d_2 \omega_0^2 + a^2 + \varepsilon a^2 d_2 + 1 \right] .$

Осыған ұқсас

$$D_{\ddot{\theta}} = \frac{d\sigma^2 a^2}{2m^2 \varepsilon W} \times \varepsilon \left[ a^2 + d_2 \omega_0^2 + a^2 + 4\varepsilon\alpha \right] - \omega_0^2 \left[ d_2 \alpha + \varepsilon - \alpha \right].$$

УДК 661.771.07

А.Б. НАЙЗАБЕКОВ  
К.А. НОГАЕВ

### Исследование работы кузнечного инструмента, реализующего поперечный сдвиг заготовки

Появление новых способов деформирования заготовок, в частности реализующих интенсивные сдвиговые деформации в объеме металла, обуславливает разработку инструментов и приспособлений, осуществляющих эти способы. Схема одного из таких инструментов, реализующих поперечный сдвиг заготовки, показана на рис. 1. Устройство и принцип работы данного инструмента описаны в работе [1].

Основным элементом инструмента является рабочая вставка, при перемещении которой по наклонной поверхности бойка производится деформирование заготовки. Поэтому для исследования работы инструмента при деформировании заготовки рассмотрим относительное движение рабочей вставки по наклонной поверхности бойка. Это движение происходит под действием сил, показанных на рис. 2.

Составим дифференциальные уравнения движения рабочей вставки:

$$m\ddot{x} = P \cdot \sin \alpha - T \cdot \cos \alpha - G \cdot \sin \alpha - F_{\text{тр}}, \quad (1)$$

$$P \cdot \cos \alpha + T \cdot \sin \alpha - G \cdot \cos \alpha - N = 0, \quad (2)$$

где  $m$  — масса рабочей вставки;

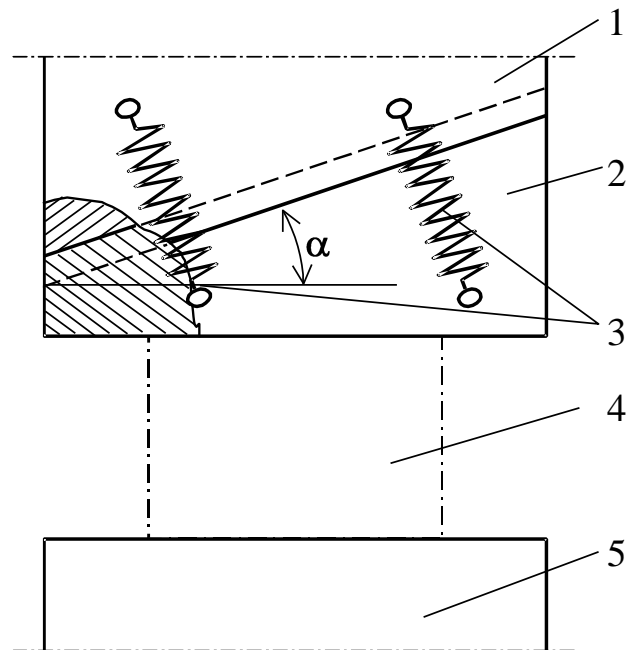
$\ddot{\theta}$  — ускорение рабочей вставки в виде второй производной от положения  $x$  по времени  $t$ ;

$P, T$  — вертикальные и горизонтальные составляющие силы давления на рабочую вставку со стороны заготовки;

$G$  — сила тяжести рабочей вставки;

$F_{\text{тр}}$  — сила трения между рабочей вставкой и верхним бойком;

$N$  — нормальное давление на рабочую вставку со стороны верхнего бойка.



1 — верхний бойк; 2 — рабочая вставка; 3 — удерживающие пружины; 4 — заготовка; 5 — нижний бойк.

Рис. 1. Схема инструмента, реализующего поперечный сдвиг заготовки

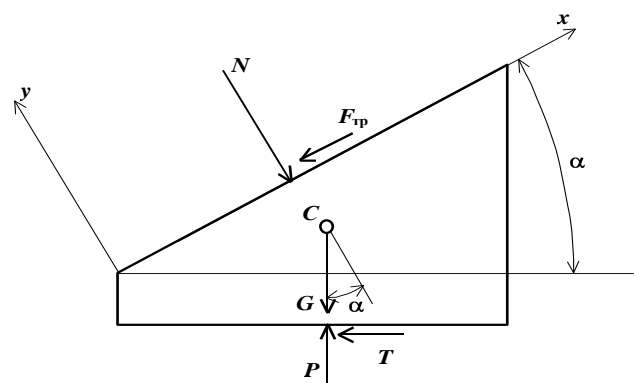


Рис. 2. Силы, действующие на рабочую вставку при работе

Учитывая, что  $F_{\text{тр}} = f \cdot N$ , и используя (2), уравнение (1) запишем в следующем виде:

$$m\ddot{x} = P - G \cdot \sin \alpha - f \cdot \cos \alpha - T \cos \alpha + f \cdot \sin \alpha. \quad (3)$$

Силы  $P$  и  $T$  изменяются в зависимости от деформации заготовки, которую при поперечном сдвиге можно считать состоящей из высотной и сдвиговой

деформаций. Высотная деформация зависит от вертикального перемещения  $u_b$  рабочей вставки, а сдвиговая деформация — от горизонтального перемещения  $u_r$ , которые, в свою очередь, связаны с положением рабочей вставки  $x$  относительно верхнего бойка следующими зависимостями:

$$u_a = \frac{v_a}{t} \cdot x \cdot \sin \alpha, \quad u_a = x \cdot \cos \alpha, \quad (4)$$

где  $v_b$  — скорость бойка.

В работе [2] описано экспериментальное исследование осадки со сдвигом в специальной установке, результаты которого можно использовать и для поперечного сдвига заготовки. После обработки экспериментальных данных, приведенных в указанной работе, получаются следующие зависимости:

$$D = D \frac{\dot{\epsilon}_a}{\epsilon_a}, \epsilon_h, \quad \dot{D} = \dot{D} \frac{\dot{\epsilon}_a}{\epsilon_a}, \epsilon_h, \quad (5)$$

где  $\epsilon_h = \frac{u_a}{h}$  — высотная деформация заготовки,

здесь  $h$  — высота заготовки.

С учетом формулы (4) аргументы зависимости (5) выражаем в виде:

$$\frac{u_a}{u_a} = \frac{x \cdot t \cdot \cos \alpha}{v_a - x \cdot t \cdot \sin \alpha}, \quad \epsilon_h = \frac{v_a - x \cdot t \cdot \sin \alpha}{t \cdot h}. \quad (6)$$

Таким образом, учитывая формулу (6), силы  $P$  и  $T$  можно выразить в виде следующих функций:

$$D = D(t, x), \quad T = T(t, x). \quad (7)$$

Функции (7), подставляемые в уравнение (3), показывают, что движение рабочей вставки описывается нелинейным дифференциальным уравнением второго порядка. В связи с этим для решения уравнения необходимо использовать численные методы, например метод Рунге-Кутты [3]. Чтобы решить дифференциальное уравнение второго порядка (3) численным методом Рунге-Кутты, его следует свести к двум дифференциальным уравнениям первого порядка:

$$\dot{x} = x_1, \quad (8)$$

$$\dot{x}_1 = \left[ \frac{P(t, x)}{m} - g \right] \sin \alpha - f \cos \alpha - \frac{T(t, x)}{m} \cos \alpha + f \sin \alpha, \quad (9)$$

где  $g$  — ускорение свободного падения.

В этом случае задача содержит два начальных условия:

$$\tilde{D}(t_0) = x_0, \quad x_1(t_0) = x_{10}, \quad (10)$$

где  $x_0, x_{10}$  — положение рабочей вставки и её скорость в начальный момент времени  $t_0$ .

Формулы Рунге-Кутты для члена  $n+1$ , вычисляемого при шаге интегрирования  $\Delta t$ , имеют вид

$$x_{n+1} = x_n + K, \quad x_{1\ n+1} = x_{1n} + L, \quad (11)$$

где  $K = \frac{K_1 + 2K_2 + 2K_3 + K_4}{6}$ ,  $L = \frac{L_1 + 2L_2 + 2L_3 + L_4}{6}$ .

Здесь

$$K_1 = \Delta t \left\{ \left[ \frac{P(t_n, x_n)}{m} - g \right] \sin \alpha - f \cos \alpha - \frac{T(t_n, x_n)}{m} \cos \alpha + f \sin \alpha \right\},$$

$$L_1 = \Delta t \cdot x_{1n},$$

$$K_2 = \Delta t \left\{ \left[ \frac{P(t_n + \Delta t/2, x_n + K_1/2)}{m} - g \right] \sin \alpha - f \cos \alpha - \frac{T(t_n + \Delta t/2, x_n + K_1/2)}{m} \cos \alpha + f \sin \alpha \right\},$$

$$L_2 = \Delta t \cdot \left( x_{1n} + \frac{L_1}{2} \right),$$

$$K_3 = \Delta t \left\{ \left[ \frac{P(t_n + \Delta t/2, x_n + K_2/2)}{m} - g \right] \sin \alpha - f \cos \alpha - \frac{T(t_n + \Delta t/2, x_n + K_2/2)}{m} \cos \alpha + f \sin \alpha \right\},$$

$$L_3 = \Delta t \cdot \left( x_{1n} + \frac{L_2}{2} \right),$$

$$K_4 = \Delta t \left\{ \left[ \frac{P(t_n + \Delta t, x_n + K_3)}{m} - g \right] \sin \alpha - f \cos \alpha - \frac{T(t_n + \Delta t, x_n + K_3)}{m} \cos \alpha + f \sin \alpha \right\},$$

$$L_4 = \Delta t \cdot x_{1n} + L_3.$$

Решая дифференциальные уравнения движения рабочей вставки при различных значениях параметров инструмента, можно найти их оптимальные значения, обеспечивающие эффективную работу инструмента.

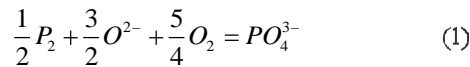
### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Найзабеков А.Б., Ногаев К.А., Ашкеев Ж.А. Определение параметров кузнечного инструмента, реализующего ковку сдвигом // Технология производства металлов и вторичных материалов. 2002. №2. С. 61-65.
2. Леванов А.Н., Колмогоров В.Л., Буркин С.П. и др. Контактное трение в процессах обработки металлов давлением. М.: Metallургия, 1976. 416 с.
3. Шуп Т. Решение инженерных задач на ЭВМ. М.: Мир, 1982. 238 с.

Фосфатная ёмкость и оптическая основность  
металлургических шлаков

Проблема дефосфорации чугуна, стали, ферросплавов является актуальной в связи с задачами производства с их использованием качественной прокатной продукции. Большинство процессов очистки металлов от фосфора осуществляется обработкой их шлаками или флюсами, поэтому задача подбора их оптимального состава является важной. Высокая дефосфорирующая способность и низкая стоимость являются основными требованиями к таким материалам.

Первое требование в виде функциональной зависимости может быть сформулировано при рассмотрении реакции дефосфорации:



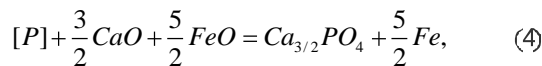
и её константы равновесия:

$$K_R = \frac{(PO_4^{3-})}{P_2^{1/2} \cdot P_{O_2}^{5/4} \cdot a_{(O^{2-})}^{3/2}} \cdot f_{(PO_4^{3-})} \quad (2)$$

По мнению Вагнера, таким показателем, полученным из константы равновесия, может быть фосфатная ёмкость [1]:

$$C_{PO_4^{3-}} = \frac{(PO_4^{3-})}{P_2^{1/2} \cdot P_{O_2}^{5/4}} \text{ или } C_{PO_4^{3-}} = K_R \frac{a_{(O^{2-})}^{3/2}}{f_{(PO_4^{3-})}} \quad (3)$$

При записи реакции дефосфорации в молекулярной форме с участием в качестве основания ( $O^{2-}$ ) оксида кальция ( $CaO$ ), а окислителя ( $O_2$ ) закиси железа ( $FeO$ )



константа равновесия может быть записана так:

$$K_{P_2} = \frac{a_{Ca_{3/2}PO_4} \cdot a_{Fe}^{5/2}}{a_{[P]} \cdot a_{CaO}^{3/2} \cdot a_{FeO}^{5/2}} \quad (5)$$

При пересчете в шлаке содержания  $3CaO \cdot P_2O_5$  на ( $P$ ) и принятии  $\alpha_{Fe}=1$ , константа равновесия с участием коэффициентов активности будет выглядеть следующим образом:

$$K_{P_2} = \frac{(P)}{[P] \cdot f_{[P]} \cdot a_{FeO}^{5/2}} \cdot \frac{f_{(P)}}{a_{CaO}^{3/2}} \quad (6)$$

По аналогии с (2) фосфатная ёмкость ( $C_P$ ) запишется так:

$$C_P = \frac{(P)}{[P] \cdot f_{[P]} \cdot a_{FeO}^{5/2}} \quad (7)$$

Отношение  $(P) / [P]$  является коэффициентом распределения фосфора ( $L_P$ ), поэтому выражение (7) может быть представлено как:

$$C_P = \frac{L_P}{f_{[P]} \cdot a_{FeO}^{5/2}} \quad (8)$$

Таким образом, фосфатная ёмкость ( $C_P$ ) может быть найдена из состава металла и шлака после равновесных опытов. При этом коэффициент активности фосфора в металле  $f_{[P]}$  определяется с использованием параметров взаимодействия, а окислительный потенциал системы  $5/4 O_2$  в уравнении (1) или  $\alpha_{FeO}^{5/2}$  в уравнении (8) — по определяющей его уровень реакции.

Фосфатная ёмкость также может быть найдена делением константы равновесия  $K_{P_2}$  на  $f_{(P)}$  и умножением на  $\alpha_{CaO}^{3/2}$ :

$$C_P = K_{P_2} \frac{\alpha_{CaO}^{3/2}}{f_{(P)}}, \quad (9)$$

что аналогично правой части выражения (3).

Эта формула позволяет определить коэффициент активности фосфора в шлаке, поскольку температурная зависимость константы равновесия  $K_{P_2}$  известна, равно как и активность основания ( $CaO$ ). Например, при использовании извести  $\alpha_{CaO} = 1$ . Однако для этого необходимо знание величины  $C_P$ .

Попытка связать фосфатную ёмкость с основностью или валовым составом шлака успеха не имели, и поэтому рядом исследователей было предложено характеризовать кислотно-основные свойства расплавов оптической основностью ( $\lambda$ ) [2], связанной со способностью ионов передавать электроны в общее пользование, то есть электроотрицательностью ( $\chi$ ), простой зависимостью:

$$\lambda_i = 1 / 1,36 \cdot (\chi - 0,26). \quad (10)$$

Способ определения оптической основности через электронную плотность ( $D_i$ ) предложен японскими исследователями [3]:

$$\lambda_i = 1 / 1,34 \cdot (D_i + 0,6). \quad (11)$$

Он удобен для расчета  $\lambda$  расплавов, содержащих элементы переменной валентности.

Нами была сделана попытка найти обобщенную зависимость типа  $C_P = f(\lambda)$  для случая дефосфорации железуглеродистых расплавов. Такая задача возникает при переработке в металлургии фосфорсодержащих железных руд типа бурых железняков лисаковского, керченского, аятского месторождений.

Обработка имеющихся в литературе данных по равновесному распределению фосфора между железуглеродистыми расплавами и шлаками различного состава [4,5] позволила получить следующие зависимости фосфатной ёмкости ( $C_P$ ) от оптической основности ( $\lambda$ ).

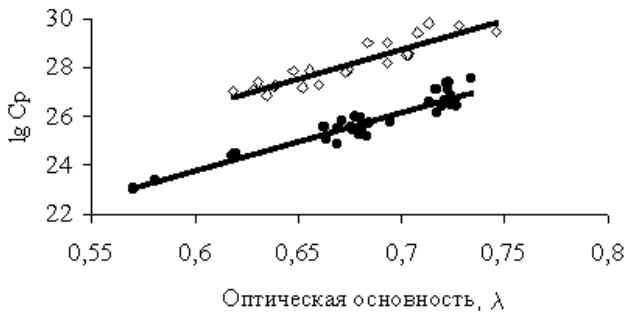
$$\lg C_P = 24,03 \lambda + 11,95 \text{ для } t = 1200 \text{ }^\circ\text{C}, \quad (12)$$

$$\lg C_P = 24,16 \lambda + 9,25 \text{ для } t = 1250 \text{ }^\circ\text{C}. \quad (13)$$

На рисунке приведены прямые, описываемые этими уравнениями, куда также нанесены экспери-



ментальные точки. Высокие коэффициенты корреляции ( $R = 0,914$ ) свидетельствуют о тесноте связи изучаемых параметров.



◇ — Равновесные данные для  $t = 1200\text{ °C}$   
● — Равновесные данные для  $t = 1250\text{ °C}$

Полученные уравнения могут быть использованы для прогнозной оценки фосфатной ёмкости шлаков или флюсов, для конкретных условий — при выборе их оптимального состава.

**СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Wagner C. The Concept of the Basicity of Slags // Metall. / Trans., 6B (1975), p. 405-409
2. Gaskeell D.R. On the Correlation between the Distribution of Phosphorus between Slag and Metal and the Theoretical Optical Basicity of the Slag / Trans. ISIJ, 22 (1982), p. 997-1000
3. Накамура Т. и др. Новое развитие концепции оптической основности // Нихон киндзоку гаккайси. 1986. № 50. С. 456-461.
4. Pak J.J., Fruehan R.J., Soda Slag System for hot Metal Dephosphorization // Metallurgical / Transactions B. Volume 17B. December, 1986. P. 797-804.
5. Inoue B.R., Suito H. Phosphorus Distribution Between Soda- and Lime-based Fluxes and Carbon-saturated Iron Melts. / Transactions ISIJ, Vol. 25. 1985. P. 118-126.

УДК 622.788.34/36  
К.З. САРЕКЕНОВ

**Процессы фазообразования при упрочняющем обжиге неофлюсованных борсодержащих окатышей**

Исследования по влиянию боратовой руды на процессы фазообразования проведены на шихтах естественной основности, составленных из магнетитовых руд Сарбайского, Соколовского и Качарского месторождений. Условия экспериментов по получению опытных окатышей приближены к параметрам работы Соколовско-Сарбайского горно-производственного объединения (ССГПО). Химический состав компонентов шихты представлен в табл. 1.

В качестве борсодержащего флюса использовали боратовую руду Индерского месторождения, которую задавали в железорудную шихту в количестве 1, 2, 3 и 4 мас. %. При этом содержание  $V_2O_5$  в окатышах, обожженных при  $1250\text{ °C}$ , составляло 0,05; 0,08; 0,12 и 0,2 мас. % соответственно.

Таблица 1

КАЧЕСТВО КОМПОНЕНТОВ ШИХТЫ

Наименование материала	Химический состав, мас. %									
	Fe	FeO	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	S	CaO	SiO <sub>2</sub>	MgO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	ppp	V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
Концентра т	67,1	28,8	9,06	0,25	1,00	3,09	1,00	1,20	0,8	-
Глина пес- троцветная	4,0	0,70	0,22	0,05	3,56	62,8	1,40	14,5	7,5	-
Боратовая руда	1,41	0,84	0,26	8,98	19,7	14,4	9,74	3,06	22,0	9,21

Опытные окатыши окомковывали в лабораторном грануляторе и обжигали в монослое в трубчатой печи в атмосфере воздуха. Режим термообработки предусматривал сушку окатышей при  $500\text{ °C}$ , нагрев со скоростью  $70\text{ °C/мин}$  с выдержкой 20 минут при заданных температурах и охлаждение со скоростью

$100\text{ °C/мин}$ . Механизм фазообразования и упрочнения прослежен на опытных окатышах, обожженных в интервале температур  $600-1300\text{ °C}$  (табл. 2).

Все экспериментальные работы выполнены совместно с Институтом металлургии им. А.А. Байкова и лабораторией окомкования ССГПО.

Анализ результатов лабораторных исследований показывает, что базовые окатыши, обожженные при  $600\text{ °C}$ , представляют собой равномерную структуру, где крупные фракции магнетита и силикатов вмещающих пород заключены в массу мелких фракций тех же составляющих шихты.

При обжиге процесс окисления магнетита до гематита наблюдается в объемах мелких фракций шихты и по периферии крупных рудных зерен. Спекание и рекристаллизация гематитовых зерен с образованием рудной связки практически отсутствует. К уровню  $800\text{ °C}$  происходит окисление большей части магнетита, а к  $1000\text{ °C}$  на месте мелкой рудной фракции оптически наблюдается гематитовая связка, заполняющая промежутки между зернами крупных фракций целиком окислившегося до гематита магнетита руды. Микроструктура окатышей, обожженных при  $1100\text{ °C}$ , практически не отличается от окатышей, упрочненных при  $1000\text{ °C}$ . В их составе четко диагностируются минералы вмещающих пород, среди которых основными являются полевой шпат, гранаты гроссуляр-андродитового состава, скаполит и пироксены диопсид-геденбергитового состава и др. [1]. Для шихт естественной основности начало и скорость жидкофазного упрочнения определяются преимущественно физико-химическими свойствами этих минералов. Первые признаки

расплавообразования появляются при обжиге окатышей до 1150°C. Участие в этом принимают самые низкотемпературные силикаты — полевой шпат и эгирин. Расплавы имеют высокую вязкость и поэтому обладают низкой смачивающей способностью. При 1200°C в образовании силикатного расплава принимают участие кристаллы граната, которые плавятся при этой температуре без разрушения кристаллической решетки, обогащая расплав оксидом кальция, количество которого в фазе граната достигает 33%. Появление силикатного расплава сказывается на микроструктуре окатышей. Расплав способствует процессу диспергирования гематита крупной фракции шихты, проникает по граням диспергированных кристаллов и упрочняет объемы с мелкой фракцией гематита. Появление первых порций расплава при температуре 1150°C и увеличение его количества в окатышах, обожженных при 1200°C, способствуют увеличению прочности окатышей на раздавливание с 50 до 150 кг/ок. Значительный рост прочности объясняется наличием двух связей — гематитовой и силикатной.

Таблица 2

ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ОБЖИГА НА КАЧЕСТВО БОРСОДЕРЖАЩИХ НЕОФЛЮСОВАННЫХ ОКАТЫШЕЙ

Доля боратовой руды, %	Температура обжига, °C	Прочность, кг/ок	Массовая доля, %			Степень десульфурации
			Fe	FeO	S	
0	600	42	65,9	11,06	0,150	31,8
	800	59	65,5	4,77	0,130	40,9
	1000	95	65,3	0,67	0,076	65,5
	1100	148	65,4	0,15	0,036	83,6
	1150	202	65,4	0,13	0,015	93,2
	1200	344	65,5	0,17	0,002	99,1
	1250	404	65,4	0,23	0,002	99,1
	1300	467	65,5	0,74	0,006	97,5
1	600	42	65,6	13,9	0,240	20,0
	800	62	65,0	5,22	0,220	26,7
	1000	123	64,9	0,51	0,082	72,7
	1100	197	65,1	0,14	0,017	94,3
	1150	268	65,1	0,13	0,003	99,2
	1200	367	65,1	0,29	0,002	99,5
	1250	425	64,8	0,14	0,002	99,5
	1300	447	64,8	1,24	0,002	99,5
2	600	34	64,9	14,16	0,303	20,3
	800	65	64,4	5,42	0,300	21,1
	1000	153	64,7	0,48	0,114	70,0
	1100	228	64,6	0,10	0,018	95,3
	1150	305	64,6	0,10	0,002	99,6
	1200	388	64,8	0,30	0,001	99,7
	1250	438	64,4	0,21	0,001	99,6
	1300	442	64,5	1,14	0,002	99,6
3	600	29	64,6	14,20	0,374	16,9
	800	62	63,9	5,13	0,363	19,3
	1000	171	64,1	0,46	0,147	67,3
	1100	265	64,2	0,11	0,024	94,7
	1150	336	64,3	0,12	0,002	99,6
	1200	396	64,1	0,30	0,002	99,6
	1250	454	64,1	0,22	0,002	99,6
	1300	440	64,2	1,23	0,002	99,6
4	600	25	63,9	13,78	0,486	8,3
	800	66	63,4	4,99	0,474	10,6
	1000	190	63,5	0,43	0,182	65,7
	1100	285	63,8	0,08	0,028	94,7
	1150	349	64	0,05	0,002	99,6
	1200	424	63,8	0,16	0,002	99,7
	1250	401	63,7	0,21	0,001	99,8
	1300	380	63,7	1,72	0,002	99,7

На заключительном этапе термообработки при 1250 и 1300°C при наличии в окатышах железосиликатного расплава их упрочнение сопровождается процессами перекристаллизации гематита, мелкая фракция его, растворяясь в расплаве, исчезает из состава окатышей. Так происходит выравнивание крупности гематитовых зерен, при котором поверхность рудных контактов уменьшается, а силикатных — увеличивается. Прочность на сжатие таких окатышей достигает максимальной величины и составляет 467 кг/ок.

При исследовании железосиликатных связей окатышей, обожженных при 1300°C, отмечено непостоянство их химического состава и оптических свойств в отраженном свете. Рентгеноспектральным микронзондированием участков стеклоподобной связи установлено это непостоянство не только в разных образцах, но и в объеме каждого из них (табл. 3).

Высококремнистые стекла с наименьшим содержанием в их составе трехвалентного железа имеют темный цвет и развиты в объемах окатышей локально (I). Связки с повышенным содержанием оксидов железа и алюминия имеют светло-серые оттенки в отраженном свете и количественно преобладают в составе окатышей (II). Третий участок характерен для высокожелезистых связей. Они обладают ярко-красными внутренними рефлексами, особенно при косом освещении в отраженном свете.

Таблица 3

ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ОБЪЕМОВ СИЛИКАТНОЙ СВЯЗКИ В ОКАТЫШАХ, УПРОЧНЕННЫХ ПРИ 1300°C (В МАС. %)

Химический состав	Стеклоподобная силикатная связь		
	I	II	III
SiO <sub>2</sub>	55-58	~50	40-44
CaO	17-18	10,5	9-11
MgO	3-4	~2	~2
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	6-7	9-11	5,5
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	13-14	22-27	40-45

Все изученные объемы имеют низкие показатели основности (CaO/SiO<sub>2</sub>) порядка 0,2-0,3, что соответствует составу нефлюсованных окатышей.

На данном этапе исследования однозначно можно сказать только, что к уровню 1300°C железосиликатный расплав, образовавшийся за счет плавления силикатов концентрата, не достигает равновесия.

Ввод в шихту боратового флюса в общем случае способствует более глубокому взаимодействию компонентов шихты после начала процесса расплавообразования, который начинается при более низких температурах, а общий порядок взаимодействия компонентов шихты сохраняется. При низкотемпературном обжиге (до 800°C) окатыши обеих серий имеют одинаковую микроструктуру. Вне реакции остаются все нерудные минералы железорудного концентрата и минеральные составляющие боратовой руды. При 1000°C тугоплавкий и вязкий расплав, как у полевого шпата, ассимилируя низкотемпературные продукты разложения борных минералов, изменяет свои

свойства — понижается его вязкость и увеличивается смачивающая способность. Раннее образование расплава и появление силикатной связи делает борсодержащие окатыши более прочными по сравнению с окатышами естественной основности. Чем больше в составе окатышей оксида бора, тем расплав обладает лучшими показателями вязкости и смачиваемости, тем выше прочность готовой продукции. Эта тенденция сохраняется вплоть до конца обжига (1300°C) для окатышей с 1,0-3,0% боратовой руды. При добавке 4% боратовой руды при температуре обжига выше 1200°C прочность окатышей падает в результате чрезмерного развития силикатного расплава и начавшегося процесса перекристаллизации гематита.

С точки зрения прочности и химического состава окатышей оптимальное количество боратовой руды в

шихте составляет 2%, а температура обжига 1200-1250°C.

Такие окатыши при градиенте температур по высоте слоя конвейерных машин 150°C будут иметь прочность 438-228 кг/ок, массовую долю остаточной серы 0,001-0,018% (базовые окатыши в этих же условиях имеют прочность 404-148 кг/ок, серу — 0,002-0,035%).

Лабораторными исследованиями показано, что изменение прочностных характеристик окатышей естественной основности при вводе в шихту боратовой руды связано с присутствием оксида бора, приводящего к изменению физико-химических свойств железосиликатного расплава. При этом количество его за счет плавления преимущественно силикатов железорудного концентрата меняется незначительно.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Долицкая О.А. Реакционная способность силикатных фаз руды в процессе обжига железорудных окатышей // *Металлы*. 1999. №4. С. 12.

УДК 531+681

**Т.С. СУЛЕЙМЕНОВ**  
**В.П. МАЛЫШЕВ**  
**Н.С. БЕКТУРГАНОВ**  
**А.З. ИСАГУЛОВ**  
**С.Ш. КАЖИКЕНОВА**  
**Б.Т. АБДРАХМАНОВ**

#### Численное моделирование течения расплава в наклонном желобе

С появлением высокоскоростных компьютеров стало возможным численное моделирование сложных течений высокотемпературных расплавов в технологическом оборудовании путем решения уравнений Навье-Стокса. В связи с этим возник значительный интерес к методам интегрирования уравнений гидродинамики, являющихся уравнениями составного типа. Решения таких уравнений методом расщепления рассмотрены в работах [1,2]. В данной работе сделана попытка применить эти методы для решения конкретных инженерных задач в связи с потребностями металлургической промышленности.

Рассмотрим течение расплава в наклонном желобе. Общий вид уравнений приведен в работе [3]. Для конкретной конструкции их можно трактовать и записать следующим образом.

Направим ось  $Oz$  (см. рис.) по оси желоба, предполагая, что конструкция желоба бесконечно длинная, а поток расплава направлен вдоль оси желоба так, что из трех компонент скорости  $u$ ,  $v$ ,  $w$  остается лишь одна  $w$ , поэтому  $u=0$ ,  $v=0$ . Пусть поток расплава будет изотермическим, тогда плотность  $\rho$  и коэффициент вязкости  $\mu = const$ . Следовательно, уравнения Навье-Стокса запишем в виде:

$$\begin{aligned} -\frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial x} &= 0, \\ -\frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial y} &= 0, \\ w \frac{\partial w}{\partial z} &= -\frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial z} + \gamma \left( \frac{\partial^2 w}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 w}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 w}{\partial z^2} \right), \\ \frac{\partial w}{\partial z} &= 0. \end{aligned} \quad (1)$$

Таким образом, как видно из системы уравнений (1), скорость  $w$  представляет функцию только от координат  $x$ ,  $y$ , кроме того, функция давления  $p$  является функцией от  $z$ . На основании (1) получаем уравнение:

$$\frac{dp}{dz} = \mu \left( \frac{\partial^2 w}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 w}{\partial y^2} \right). \quad (2)$$

Правая часть уравнения (2) представляет функцию от  $x$ ,  $y$ , тогда как левая часть является функцией  $z$ . Из основных положений гидродинамики следует:

$$\frac{dp}{dz} = -\frac{\Delta p}{\ell},$$

где  $\Delta p$  — падение давления на произвольно выбранном участке,

$\ell$  — длина желоба.

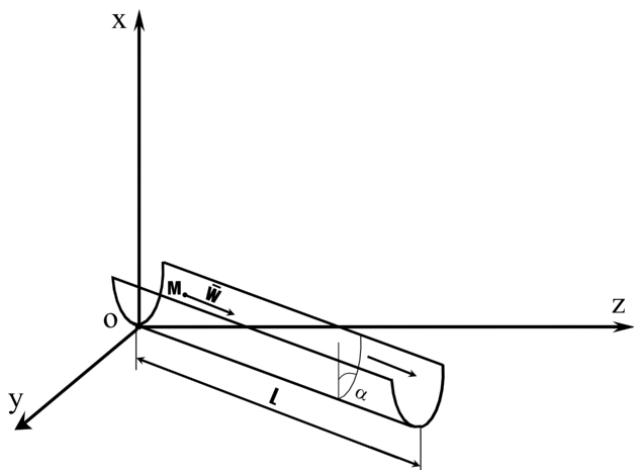
Кроме того, благодаря наличию свободной поверхности расплава в желобе, давление равно атмосферному. Поскольку желоб наклонен к

горизонту под некоторым углом  $\alpha$ , то возникает объемная сила, проекция которой на ось  $Oz$  равна:

$$F_z = g \sin \alpha = \frac{\Delta p}{\ell}.$$

Тогда уравнение движения (2) в направлении  $Oz$  примет вид:

$$\mu \left( \frac{\partial^2 w}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 w}{\partial y^2} \right) + \rho g \sin \alpha = 0. \quad (3)$$



Модель течения расплава в наклонном желобе

Для решения полученного уравнения необходимы граничные условия. Эти условия будут определяться прилипанием расплава к дну желоба и отсутствием трения на свободной поверхности расплава. Обозначим глубину потока через  $h_1$ , а ширину желоба через  $h_2$ . Тогда граничные условия задачи записываются следующим образом:

$$\begin{aligned} w &= 0 \quad \text{ï ðè} \quad y = 0, \\ \frac{\partial w}{\partial y} &= 0 \quad \text{ï ðè} \quad y = h_1, \\ \frac{\partial w}{\partial x} &= 0 \quad \text{ï ðè} \quad x = h_2. \end{aligned} \quad (4)$$

Таким образом, уравнение (3) с граничными условиями (4) будет описывать процесс течения расплава в конкретных конструкциях.

Данный метод расчета может быть непосредственно применен, например, для расчета движения расплавов меди при розливе из конвертеров, из анодных печей, а также в линии непрерывного литья и прокатки при производстве медной качанки.

**СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Марчук Г.И., Султангазин У.М. К вопросу о решении кинетического уравнения переноса методом расщепления // ДАН СССР. 1965. Т. 163. №4. С. 857-860.
2. Маусумбекова С.Д., Найманова А.Ж., Смагулов Ш.С. Численное моделирование трехмерного обтекания препятствий стратифицированным потоком // Математическое моделирование. 2002. Т. 14. №10. С. 59-68.
3. Кажикенова С.Ш., Байтуленов Ж.Б.  $\varepsilon$ -аппроксимация одной стационарной модели несжимаемой жидкости // Вестник КазНУ. 2003. №1(36). С. 13-18.

## Раздел 4

## Строительство. Транспорт

УДК 693.554

Д.О. БАЙДЖАНОВ  
В.Э. АБСИМЕТОВ  
И.Н. ТУРЕБАЕВ  
Е.Т. КУЧЕРБАЕВ

### Факторы механического взаимодействия переплетающихся стержней арматурной сетки

В арматурных сетках при переплетении возможно различное расположение стержней в пространстве. В месте пересечения один стержень, огибая другой, воздействует на него, отгибая в противоположную сторону.

Взаимодействие стержней в сетке можно сравнить с работой многопролетной неразрезной балки с равными пролетами, загруженными в их середине (рис. 1).

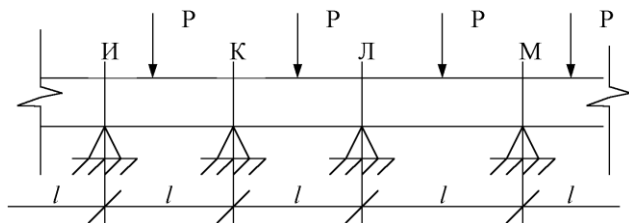


Рис. 1. Схема бесконечной балки с равными пролетами

В такой балке опорные моменты  $M_E = M_K = M_L = M_M = \dots = -0,125Pl$ ;  
пролетные моменты  $M = 0,125 Pl$ ;  
поперечные силы  $Q = 0,5P$ ;  
опорные реакции  $1,0P$ .

Прогибы —  $f = k \frac{Pl^3}{EI}$ ,  
где  $k$  — коэффициент, зависящий от количества пролетов. Для одно-, двух-, трех- и четырехпролетных балок данный коэффициент равен соответственно: 0,0208; 0,00915; 0,00216 и 0,0041.

Рассмотрим четырехпролетную балку с  $l = 40$  см (рис. 2).

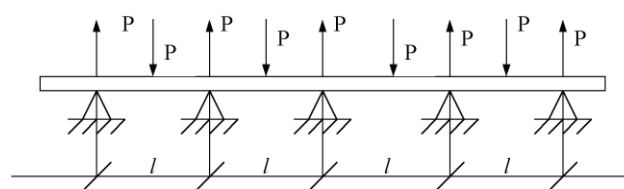


Рис. 2. Схема четырехпролетной балки

В этой балке внешняя нагрузка и опорные реакции равны, поэтому мы можем принять схему работы такой балки за схему нагружения продольного или поперечного стержня плетеной арматурной сетки шириной 1650 мм с шагом прутков 200 мм.

Прогиб одного стержня при неподвижном другом составит  $f = d + d'$  или

$$f = d + d' = 0,0041 \frac{Pl^3}{EI}, \text{ отсюда}$$

$$P = \frac{(d + d')EI}{0,0041 \cdot l^3},$$

где  $P$  — сила воздействия одного прутка сетки на другой, кг;  
 $d, d'$  — диаметры переплетающихся прутков, см;  
 $l$  — удвоенный шаг сетки, см;  
 $E$  — модуль упругости арматурной стали, кг/см<sup>2</sup>;  
 $I$  — момент инерции, для круглого сечения  
 $I = 0,05d^4$ ;  
 $EI$  — жесткость.

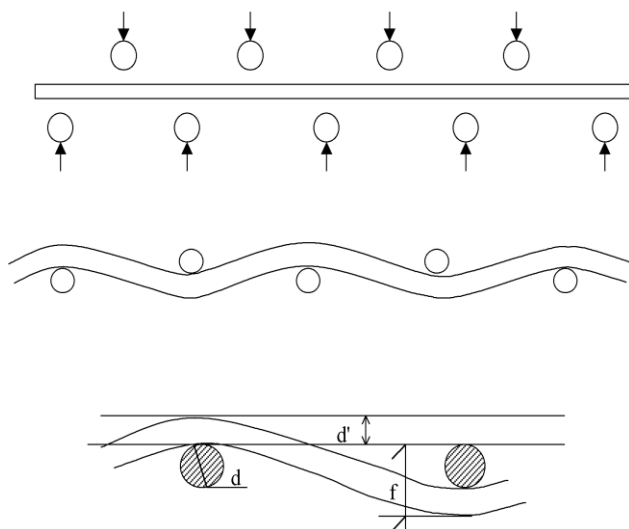


Рис. 3

Который из пересекающихся стержней будет огибать, зависит от его жесткости. При одинаковом значении оба стержня отклонятся от прямолинейности на одинаковую величину.

В табл. 1 приведены значения жесткости арматурных стержней, наиболее широко используемых в производстве сеток.

При изготовлении плетеной сетки с шагом 200 мм из проволок диаметром 5 и 4 мм при неподвижном прутке диаметром 5 мм проволока диаметром 4 мм прогнется на  $f = d + d' = 9$  мм (0,9 см), тогда усилие, необходимое для такого изгиба, составит

$$P = \frac{0,9 \cdot 1,7 \cdot 10^6 \cdot 0,05 \cdot 0,0256}{0,0041 \cdot 64000} = 7,46, \text{ кг.}$$

При таком усилии проволока диаметром 5 мм при неподвижном стержне диаметром 4 мм прогнется на 3,7 мм.

В сетке с прутками диаметром 4 и 8 мм, стержень диаметром 8 мм прогнется на 0,5 мм, а в этих же условиях стержень диаметром 10 — на 0,2 мм, диаметром 12 — на 0,1 мм. Эти прогибы могут быть зафиксированы лишь при условиях неподвижности стержня меньшего диаметра и усилия, равного значению необходимого для изгиба стержня меньшего диаметра на величину суммы обоих диаметров.

Итак, мы установили, что прогибы переплетающихся стержней зависят от жесткости прутков: прогиб одного стержня относительно другого будет во столько раз больше (меньше), во сколько жесткость первого стержня меньше (больше) второго. В табл. 2 даны отношения жесткостей пересекающихся стержней различных диаметров и классов арматуры.

Анализ таблицы показывает, что изменение диаметров переплетающихся стержней весьма значительно сказывается на их жесткости и, естественно, на величине отклонения от прямолинейности при переплетении.

Угол перегиба арматурных стержней при одной и той же величине прогиба будет зависеть от шага прутков в сетке. Чем меньше шаг, тем больше угол между плоскостью сетки и стержнем и тем больше прочность сцепления его с бетоном.

В сварных сетках выбор диаметров пересекающихся стержней обусловлен технологией сварки: соотношение их должно быть не менее 0,25. При изготовлении плетеных сеток данное ограничение отсутствует, это позволяет применять проволоку диаметров 3 и 4 мм и для тяжелых сеток, что дает экономию металла.

Усилие  $P$ , возникающее при переплетении стержней и их изгибе, зависит от величины прогиба, то есть от суммы диаметров, жесткости стержней и их шага.

Чем больше диаметры стержней и их жесткость и меньше шаг, тем с большим усилием воздействуют стержни друг на друга (табл. 3).

Таблица 1

ЖЕСТКОСТЬ АРМАТУРНЫХ СТЕРЖНЕЙ

Наименование	Вр-400, $E=1,7 \times 10^6$			А-II, $E=2,1 \times 10^6$			А-III, $E=2,0 \times 10^6$		
	Диаметр, мм			Диаметр, мм			Диаметр, мм		
Жесткость $EI$ , кг х см <sup>3</sup>	688	2176	5319	13x10 <sup>3</sup>	43x10 <sup>3</sup>	105x10 <sup>3</sup>	41x10 <sup>3</sup>	100x10 <sup>3</sup>	200x10 <sup>3</sup>

Таблица 2

ОТНОШЕНИЕ ЖЕСТКОСТИ ПЕРЕСЕКАЮЩИХСЯ СТЕРЖНЕЙ СЕТКИ РАЗЛИЧНЫХ ДИАМЕТРОВ И КЛАССОВ АРМАТУРЫ

d, мм	Отношение $EI/EI$ для классов арматуры								
	Вр-400			А-II			А-III		
	3	4	5	6	8	10	8	10	12
3	1	3,18	7,73	18,9	62,5	152,6	59,6	145,3	290,7
4	0,31	1	2,44	5,97	19,8	48,2	18,8	46	92
5	0,13	0,44	1	2,4	0,1	19,7	7,7	18,8	37,6

6	0,05	0,16	0,39	1	3,3	8,07	3,15	7,7	15,4
8	0,016	0,048	0,12	0,3	1	2,44	1	2,4	4,8
10	0,006	0,02	0,05	0,12	0,41	1	0,41	1	2
12	0,003	0,01	0,026	0,065	0,21	0,52	0,25	0,5	1

*Примечание.* В данной таблице тяжелые сетки приняты из стержней класса А-II с А-III и А-III с А-III.

Таблица 3

ЗАВИСИМОСТЬ ВЗАИМНОГО ДАВЛЕНИЯ СТЕРЖНЕЙ В ПЛЕТЕННЫХ СЕТКАХ ОТ ШАГА,  
ДИАМЕТРА И КЛАССА АРМАТУРНОЙ СТАЛИ

Шаг, мм	Величина взаимного давления стержней в диаметры пересекающихся стержней, мм					В точке переплетения, кН					
						Диаметры пересекающихся стержней, мм					
	4x8	4x10	4x12	5x8	5x10	5x12	6x8	6x10	6x12	10x10	10x12
50	6,37	7,43	8,49	16,86	19,45	22,05	44,39	50,72	57,06	112,20	123,42
100	0,79	0,93	1,06	1,94	2,43	2,75	5,55	6,33	7,13	60,97	67,07
150	0,23	0,27	0,31	0,62	0,72	0,81	1,64	1,87	2,10	18,07	19,86
200	0,10	0,11	0,13	0,26	0,30	0,348	0,69	0,79	0,89	7,62	8,38

Как видно из таблицы, усилия взаимного давления стержней в местах пересечения довольно значительные, особенно у тяжелых сеток. Это дает основание предполагать, что сетки, изготовленные из арматурных стержней периодического профиля, будут сохранять свои параметры, то есть размеры ячеек, прямоугольность формы и прочее, при транспортировке, складировании и армировании изделий. Именно периодический профиль пересекающихся стержней будет способствовать фиксации их в сетке, так как для сдвижения

одного стержня относительно другого необходимо дополнительное изгибание на величину высоты выступа периодического профиля. Для этого потребуются значительные усилия.

Таким образом, теоретические исследования механического взаимодействия стержней в плетеных сетках показывают, что переплетение их при изготовлении арматурных сеток может явиться альтернативой сварке, со всеми вытекающими отсюда преимуществами.

УДК 666.97

Е.В. ТКАЧ

## Эффективные технологии модифицированного бетона

ТОО «НИИСтромпроект» совместно с КарГТУ разработало ряд эффективных технологий модифицированного бетона, в число которых вошли следующие:

- механохимическая активизация в роторно-пульсационных аппаратах (РПА) в жидкой среде смесей композиций комплексных химических добавок для бетонов [1];

- применение гидрофобных цементов низкой водопотребности, которые представляют собой новый класс высокоэффективных гидравлических вяжущих веществ, позволяющих получать высокопрочные бетоны марок более 500 [2];

- разрядно-импульсные или электроразрядные технологии активизации бетонных смесей, в составы которых включены модификаторы нового поколения, обеспечивающие проявление эффекта синергизма в направлении существенного улучшения свойств бетонной смеси и отвердевшего бетона;

- криотехнология (от гр. kyoos холод, мороз+технология) получения гидрофобизирующих модификаторов в виде трегеров, позволяющих регулировать фильтрационные свойства бетона и существенно улучшить морозостойкость и коррозиестойкость различных видов бетонных и железобетонных изделий широкого спектра применения;

- модифицирование отвердевшего бетона пропиткой химическими веществами с последующей физико-химической обработкой готовых бетонных и железобетонных изделий;

- применение ультрадисперсных наполнителей в присутствии модификаторов широкого спектра действия в технологии высокопрочных бетонов;

- применение гидрофобных трегеров, позволяющих на новом уровне решать проблему получения высокоэффективных бетонов заданных физико-технических свойств.

Следует отметить, что в разработке этих технологий в разное время принимали участие: ученые России Ю.М. Баженов, Ю.М. Каприелов, В.Г. Батраков; ученые Казахстана — Д.О. Байджанов, М.О. Иманов, М.А. Рахимов (КарГТУ), ОАО «Желдорстрой» С.М. Исаков, ТОО научно-производственной фирмы «Антикор» В.Э. Абсиметов, холдинга «Еврофинчермет» О.А. Малышев, В.Ю. Петров; ученые Кыргызстана — А.А. Абдыкалыков, Ж.Т. Тентиев, В.М. Курдюмова, инженер АО «Факел» В.Ф. Хан.

Широкий спектр исследований, посвященных разработке эффективных модификаторов, отвечающих современным требованиям, приведен в работах Л.А. Алимова, Ю.М. Баженова, В.Г. Батракова, В.В. Воронина, Н.И. Долгополова, С.С. Каприелова, В.Б. Ратинова, В.Р. Фаликмана, М.И. Хигеревича и др.

В результате наших исследований установлены составы эффективных гидрофобизирующих модификаторов, в том числе создание многокомпонентных органоминеральных модификаторов пролонгированного действия, состав которых конструируется таким образом, чтобы достичь взаимоусиления действий ингредиентов в цементных системах, т.е. должно обеспечиваться проявление положительного эффекта синергизма.

Основными компонентами предлагаемых модификаторов должны быть следующие: а) гидрофилизатор типа суперпластификаторов (СП) — С-3, СП — 40-03 или технические лигносульфонаты — ЛСТ; б) гидрофобизаторы типа соапстоков растительных масел, кубовых остатков синтетических жирных кислот или низкоарочных битумов; в) соли неорганических кислот типа нитрит-нитрат-хлорида кальция (ННХК, добавка В.Б. Ратинова) или тиосульфат натрия (совместно с О.А. Малышевым). Для изготовления дорожной галантереи (фигурные элементы мощения дорог и т.п.) мы (совместно с М.А. Рахимовым) предлагаем вместо соли неорганических кислот применять безхлоридные ускорители твердения, например, триэтаноламин.

Следует отметить, что эти модификаторы не дефицитны, недорогие по стоимости и не вызывают интоксикации организма человека. Кроме того, гидрофобизирующие добавки положительно влияют на физико-технические свойства бетона и железобетона не только в ранние сроки, но и весь период эксплуатации их в строительных объектах.

Функциональные возможности гидрофобизирующих добавок увеличиваются в случае их совместного применения с суперпластификатором С-3. Наибольшая эффективность выявлена у комплексных добавок С-3 плюс КОД-С, С-3 плюс КОМД-С. Эти добавки позволяют получать бетоны практически с любыми заданными свойствами. При этом достигается экономия расхода суперпластификатора до 50 %, что также снижает стоимость бетона.

В качестве гидрофобизаторов экономически выгодно применять кубовые остатки синтетических жирных кислот, синтетические жирные спирты, соапстоки, битумы низких марок и др.

В МИСИ совместно с НИИЖБ и ЗАО «НИИСтромпроект» разработан ряд способов приготовления добавок в различной отпускной форме.

Наиболее удобными в применении и эффективными в цементных материалах можно считать добавки в отпускной форме в виде порошка, в состав которого включены также ингредиенты как носитель (трегер-зола, суперпластификатор С-3, гидрофобизатор — соапсток — регулятор скорости твердения, соль неорганической кислоты — тиосульфат натрия или сульфат натрия или ННХК).

Помимо вышеуказанных технических выгод эти порошкообразные модификаторы позволяют сократить режим тепловой обработки бетона на 3-4 часа или полностью отказаться от нее по такой схеме: формование, твердение до распалубочной прочности в течение 12-16 часов (прочность бетона будет

составлять 5.0-7.0 МПа) и дальнейшее твердение в запасниках, до набора требуемой прочности.

На качественно новую ступень переходит решение проблемы на тему «Технология, состав, структура и свойства мелкозернистого бетона» в случае применения при его приготовлении вяжущих низкой водопотребности (ВНВ) или сейчас их называют «цементами низкой водопотребности (ЦНВ)».

Так, по данным Н.Н. Долгополова, М.С. Суханова, В.Г. Батракова и др., применение ВНП в технологии мелкозернистых бетонов (МЗБ) устраняет основные недостатки, сдерживающие их производство, позволяет сохранить расход цемента на 40-50 %, отказаться от применения щебня и получить изделия и конструкции с высокими деформативными характеристиками, что позволяет получить физико-технические свойства МЗБ, соответствующие требованиям аналогичных изделий и конструкций из тяжелого бетона, сокращение продолжительности или снижение температуры изотермического прогрева, уменьшение водопоглощения с 8 до 5,5 %, значительное повышение коэффициента использования вяжущих свойств цемента и др. Технические возможности повышаются в случае получения гидрофобного цемента низкой водопотребности. Данная работа выполнена нами совместно с НИИЖБом и Карагандинским государственным техническим университетом (В.Р. Фаликман, М.А. Рахимов).

Гидрофобный цемент низкой водопотребности (ГЦНВ) представляет собой новый класс высокоэффективных гидравлических вяжущих веществ, отличающихся по составу и способу производства от традиционных портландцементов и их разновидностей, в том числе и обычных ЦНВ. ГЦНВ получают путем совместной обработки портландцемента (или клинкера) и специального модификатора в современных помольных агрегатах. С целью экономии цемента или клинкера в ЦНВ могут вводиться также разнообразные минеральные наполнители. В качестве наполнителей могут использоваться кварцевый или полевошпатный песок, отходы камнедробильных или горно-обогатительных фабрик, доменные гранулированные и топливные шлаки, золошлаковые отходы, вулканические породы и т.д.

ГЦНВ по сравнению с исходным цементом обладает повышенной в 2-2,5 раза гидравлической активностью (маркой). Резко увеличиваются морозо- и влагостойкость к химическим и климатическим факторам.

Существенным образом повышаются показатели прочности и морозостойкости модифицированного мелкозернистого бетона на основе гидрофобного вяжущего низкой водопотребности (соответственно не менее 30 % и в 2-3 раза) в случае применения вибропрессования, например, при формовании элементов мощения, особенно при изготовлении слоистых бетонных изделий (нижний слой — серого цвета, несущий; верхний слой — цветной, выполняющий роль декоративного и функции эксплуатации) [3].



На качественно новый уровень переходит решение проблемы ресурсоэнергосбережения и получения бетона с заданными свойствами в случае применения разрядно-импульсных или электроразрядных технологий активации бетонных смесей, в составы которых включены модификаторы нового поколения типа супер- или гиперпластификаторы, модификаторы синергирующего действия и др.

Сущность электроразрядной технологии (ЭРТ) заключается в том, что бетонная смесь помещается в специальные формы и обрабатывается серией высоковольтных электрических разрядов. Для выполнения этой технологии применяли, совместно с В.Ю. Петровым, комплекс многофункциональной электроразрядной установки класса СТРИМЕР.

Предложены новые способы применения гидрофобизирующих модификаторов, позволяющих регулировать фильтрационные свойства бетона (дорожного, гидротехнического и др.). Достичь реализации этих способов позволяет криотехнология получения гидрофобизирующих модификаторов в виде трегеров. Такие трегеры позволяют регулировать не только фильтрационные свойства бетона, но и существенно улучшить морозостойкость и коррозиестойкость различных видов бетонных и железобетонных изделий широкого спектра применения (бетонные камни мощения, бетонные элементы кровли, гидротехнические изделия и конструкции и др.).

Существенно модернизировали (совместно с С.Д. Пак) способ получения новых гидрофобных трегеров — модификаторов бетона, позволяющих решить задачу увеличения количества гидрофобизирующего ингредиента в единице объема цементного камня, без снижения прочности бетона, что должно существенным образом увеличить долговечность и надежность эксплуатации бетонных и железобетонных изделий работающих в сложных агрессивных гидрогеологических условиях. По сути, решена задача увеличения гидрофобности цементных материалов. Применяя различные дозировки трегера и варьируя гранулометрическим составом, получены бетоны высокой степени водонепроницаемости (более  $W 10$ ), морозостойкости (более  $F 1500$ ) и долговечности, такие как дорожный (совместно с С.М. Исаковым), гидротехнический (совместно с В.М. Дроновым), бетон для фундаментостроения (совместно с М.О. Имановым).

Обобщение результатов исследований влияния модификаторов различных марок (ГКМ и т.д.) на

свойства цементных материалов позволило сделать ряд выводов, в число которых вошли:

- снижение вязкости цементно-водных суспензий для улучшения технологических свойств бетонных смесей вплоть до достижения «литой», самоуплотняющейся консистенции при нормальных расходах исходных материалов;

- сокращение расхода воды затворения более чем на 20 % и получение бетонов повышенной прочности (до М600) или высокопрочного бетона (М600 и выше) из удобоукладываемых бетонных смесей на основе рядовых портландцементов;

- изменение структуры сформированного цементного камня и бетона с целью увеличения их прочности и стойкости к многократным физическим воздействиям;

- регулирование скорости гидратации цемента и твердения бетонов;

- снижение расхода цемента до 25 % при обеспечении заданной удобоукладываемости бетонной смеси и прочности бетона;

- комбинирование приведенных эффектов для получения бетонной смеси и бетона заданных свойств.

При этом модификаторы позволяют получить несравнимый экономический эффект: существенно снижаются энерго- и трудозатраты на формование, что сопровождается повышением производительности труда, сокращаются энергозатраты на тепловую обработку, снижается материалоемкость конструкций при изготовлении высокопрочных бетонов.

В связи с этим использование модификаторов в технологии бетона и железобетона различного назначения стало правилом (аксиомой), а сами добавки стали неотъемлемой частью всех видов бетонов.

В настоящее время в Казахстане применение эффективных модификаторов сдерживается в связи с их дефицитностью, дороговизной, т.к. почти все эффективные модификаторы привозятся из-за рубежа или вовсе не производятся.

Строительная химия в Казахстане в настоящее время практически не развивается, несмотря на то, что в республике имеются и высококвалифицированные кадры, и богатейшая сырьевая база (побочные продукты нефтехимической, химической, масложировой и др. отраслей промышленности).

Решение же проблемы разработки, внедрение новых технологий модификаторов позволят вывести на качественно новый уровень создание бетонов с заданными строительно-техническими свойствами.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Соловьев В.И., Ергешев Р.Б. Эффективные модифицированные бетоны. Алматы: КазГосИНТИ, 2000. 260 с.
2. Ергешев Р.Б. Развитие теории и технологии высокоэффективных модифицированных мелкозернистых бетонов. Автореф. дис. ... д-ра техн. наук. Бишкек, 2002. С. 5
3. Хигерович М.И., Байер В.Е. Гидрофобно-пластифицирующие добавки для цемента, растворов и бетонов. М.: Стройиздат, 1979. 124 с.

УДК 656.225

Е.Е. КАРСЫБАЕВ  
С.З. АНДАСБАЕВА**Разработка принципов управления транспортно-логистическими структурами в цепи поставок грузов**

В послании Президента Республики народу Казахстана поставлены очередные задачи перед всеми отраслями экономики по дальнейшему развитию производственного потенциала на пути к конкурентоспособной экономике и в том числе по развитию транзитного потенциала транспортной системы [1].

В настоящее время все отрасли экономики Казахстана прилагают усилия войти в русло рыночных отношений и преодолеть имеющиеся барьеры как в сфере управления страной, так и в сферах управления отдельно взятых предприятий. В связи с происходящим реформированием рыночные отношения коснулись и предприятий железнодорожного транспорта.

Логистика может быть эффективна лишь в условиях рынка. Основное требование логистики — это сопряжение экономических интересов участников. Рынок способствует преодолению недостатков в механизмах информации и мотивации командной экономики, а также соединению интересов индивидуальных производителей и общества, обеспечивающему оптимальное использование имеющихся ресурсов.

Современная экономическая теория рассматривает «частную выгоду» или интерес как наибольший экономический потенциал рыночной экономики. Цель каждого индивида в рыночной экономике — это достижение максимально возможной экономической выгоды. Достигнуть своей цели можно путем взаимодействия с другими участниками рыночного производства.

Если бы не было единых общеобязательных правил, в которых каждый стремится к собственной выгоде, то рыночные процессы представляли бы собой анархию, произвол. Поэтому взаимодействие между участниками рыночного производства должно происходить по обязательным для всех правилам (юридически оформленным). Возникает необходимость правовой регламентации действий участников рыночного производства. В этой жесткой правовой регламентации заинтересован каждый участник, это обязательная предпосылка механизма ее социального регулирования и экономической эффективности.

Рыночные принципы и институты однозначно определяют: кто, когда, при каких условиях и какое действие может совершить. Среди этих принципов основным является «правило» (право) собственности — правовое основание рыночной экономики [2, с.22].

Именно это признание собственности как функции управления внес в экономическую теорию Р. Коуз, представив всему миру свою так называемую «Теорему Коуза», где он с правовой точки зрения поясняет все отношения, которые возникают на рынке товаров и услуг внутри фирмы. Своим новым подходом он объясняет все те положительные явления, которые можно наблюдать на рынке. Так,

например, он пишет, что «... для существования чего-либо, подобного совершенной конкуренции, обычно необходима сложная система правил и ограничений» [3, с.11]. Для нормального функционирования рынка необходимы правовые нормы, которые бы определяли права и обязанности участников этого рынка. И эти правила будут соблюдаться только в том случае, если каждому отдельному участнику рыночных отношений будут предоставлены какие-то собственные выгоды. Таким образом, Коуз показал, что в основе рыночных отношений положено не что иное, как интерес отдельного индивида. Именно на этом принципе должна строиться политика внутри каждой отдельной фирмы. Собственники смогут добиться эффективной работы тогда, когда кроме распределения прав и обязанностей каждого из субъектов системы управления будет действовать эффективная система стимулирования. Все эти вопросы должны разрешаться собственником посредством контрактов с каждым работником. Поэтому руководители фирм, усвоившие правила рыночного поведения, приветствуют разделение функций между собственником и менеджментом. Причем данные отношения предпочтительнее для обеих сторон, чем прежние отношения подчинения.

Таким образом, в рыночной экономике существом правовых отношений собственника и работника является право управления. Право собственности фиксирует имущественный статус экономического объекта, т.е. «что» и «кому» принадлежит. Оно означает, что эта имущественная принадлежность признается всем сообществом участников рыночной экономики и защищается им. Собственность в условиях рыночной экономики — это не гарантия беззаботного существования, а бремя имущественной ответственности за результаты коммерческого использования своей собственности, это необходимость ее постоянного рыночного воспроизводства.

Все эти «правила» относятся не только к деятельности хозяйствующих субъектов в рыночной экономике, они также справедливы для всех процессов, затрагивающих отношения между субъектами управления внутри самого хозяйствующего субъекта.

Таким образом, право собственности является необходимой правовой основой производственно-хозяйственной деятельности предприятий и всех процессов управления потоками, проходящими внутри микрологистической системы [4].

Времена плановой экономики показали, что отсутствие конкретного собственника средств производства сводило труд коллектива практически к «бумажному» труду, не всегда точно отражающему реальные потребности общества и предприятия. Поэтому только интерес собственника может стимулировать работников эффективно трудиться в согласовании со всеми звеньями логистической цепи.

Четкое разграничение правомочий собственности всех участников производства и полное согласование их интересов, позволяет избежать многих проблем и оптимизировать организацию производственно-хозяйственной деятельности предприятия.

Собственность как экономическая категория является основой производственных отношений всех общественных формаций и исторически меняет свое содержание в связи с изменением в способе производства. Производственные отношения включают:

- организационные отношения, обусловленные особенностями технологии производства (последовательность проведения работ, их упорядочение, взаимодействие различных частей и звеньев предприятия);

- связи, которые обусловлены и вытекают из отношений собственности на средства производства (это отношения распределения, управления или потребления);

- связи, в которые вступает каждое предприятие с другими, внешними по отношению к нему субъектами хозяйственной деятельности.

Право собственности как юридическая категория не охватывает всей совокупности экономических отношений собственности в классовом обществе. Право отражает как статику (обладание), так и динамику (распоряжение, пользование) отношений собственности. Но право отражает все эти отношения не только в институте права собственности, но и в других правовых институтах [5]. Отношения собственности, складывающиеся в процессе соединения факторов производства, занимают особое место в системе производственных отношений, они являются основным производственным отношением, они определяют социально-экономический характер, специфику всей системы. Эти отношения и обуславливают присвоение результатов производства. Существует прочная, устойчивая, причинно-следственная связь между присвоением факторов производства и присвоением результатов производства, которая выступает как основной экономический закон способа производства.

В экономической теории отмечена не только роль собственности, но и ее место в структуре производственных отношений. Из схемы видно, что собственность является стороной каждого производственного отношения, складывающегося в производстве, распределении, обмене и потреблении, т.е. она участвует во всем логистическом процессе конкретного предприятия.

1. Политико-правовые, идеологические отношения	Надстроечные отношения
2. Отношения собственности	Система производственных отношений
3. Организационно-трудовые отношения	
4. Средства производства - работник	Производительные силы

Место собственности в системе производственных отношений

Для того чтобы производственный процесс работал четко, без сбоев, т.е. отвечал требованиям логистики,

необходимо это право собственности «пронести» через всю логистическую цепочку, тем самым, распределяя или делегируя отношения права собственности между субъектами управления логистической системы. Таким образом, право собственности реализует свою основную функцию — функцию управления.

Методы логистики базируются на законах свободной рыночной экономики, принципах маркетинга и менеджмента с учетом функционирования рыночной инфраструктуры. Главная идея логистики заключается в высокой степени согласованности участников процесса управления материальными, финансовыми и информационными потоками [6]. Логистика нами рассматривается в общем виде как наука об управлении потоками в больших системах, в частности на железнодорожном транспорте. Для управления потоками, как и для любого управления, требуется адекватная модель, с помощью которой принимаются управленческие решения. Одним из принципов координации и управления потоками являются согласованные и координированные действия всех участников движения — непосредственных и опосредованных. Работоспособность любой логистической системы определяется степенью сопряжения интересов ее участников в реализации логистических операций.

Следовательно, логистика предполагает высокую степень согласованности действий участников предпринимательской деятельности как внутри предприятия, так и опосредованных коммерческими отношениями. Чем шире группа участников, тем сложнее решать вопросы управления их совместной логистической деятельности. Нельзя назвать систему логистической, если в ней отсутствует главное — сопряжение интересов ее участников. Чтобы соблюсти баланс интересов всех участников логистического процесса для получения внутриотраслевого эффекта транспортные предприятия функционируют, недополучая собственной прибыли, а компенсируют ее путем распределения общей прибыли в зависимости от вклада в образование этой прибыли. Поэтому неудивительно, что вместе с радикальным реформированием отношений собственности после «парада» государственных суверенитетов постепенно приходит осознание необходимости поиска компромиссов экономических интересов, что в целом очень успешно достигается при использовании инструментария логистики во всех сферах производства и производственной инфраструктуре.

На первом этапе реформирования железнодорожного транспорта были перепрофилированы избыточные активы и переданы в пользование предприятиям малого и среднего бизнеса, тем самым созданы условия вхождения в рыночные отношения и развития конкуренции между ними.

Все проблемы, с которыми столкнулись наши предприятия, можно успешно решить, используя логистическую парадигму для построения внутрипроизводственных отношений на предприятиях транспортной системы республики.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Назарбаев Н.А. Послание Президента республики народу Казахстана // Казахстанская правда. 19 марта. 2004.
2. Современная экономика: Учеб. пособие. Ростов н/Д: Феникс, 1998.
3. Коуз Р. Фирма, рынок и право / Пер. с англ. Б. Пинскера. М.: Дело, 1993.
4. Карсыбаев Е.Е., Асылбекова И.Ж. Транспорт как субъект макро- и микрологистической системы // Материалы науч.-практич. конф., посвященной 70-летию КазНУ им. Аль-Фараби. Алматы: КазНУ, 2003.
5. Ерошенко А.А. Личная собственность в гражданском праве. М.: Юридическая литература, 1991.
6. Карсыбаев Е.Е. Значение и роль логистики в вопросах управления деятельностью предприятий транспорта / МОиН // Поиск. Алматы. 2004. №1.

ЭОЖ 624.014.04

Д.О. БАЙДЖАНОВ  
А.Ш. ҚАЛМАҒАМБЕТОВА

### Оттан қорғағыш құрамдардың физика-механикалық қасиеттерін зерттеу

Оттан қорғағыш құрамдарға арналған дисперсияланатын пигментті пастада пигменттер мен толтырғыштардың максимум құрамының болуы технологиялық ұтымды болады. Дисперсиялайтын жабдықтардың сол немесе өзге түрін пайдалану тікелей дисперсиялану өтетін жұмыстық кеңістікте пасталардың реологиялық қасиеттерін есепке алып, рецептураларды құруды талап етеді.

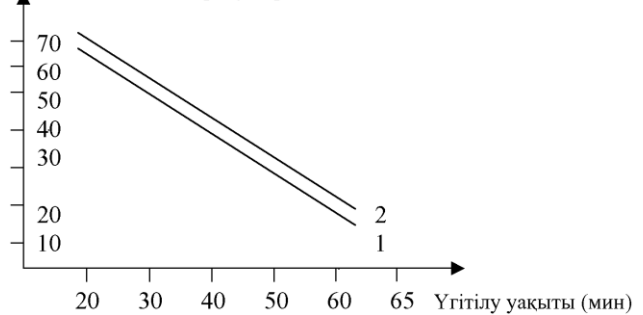
Құрамдарды үгіту дәрежесі «Клин» аспабында анықталды. Әдіс сыр қабатының ең аз қалыңдығын анықтаудан тұрады, сырдың астындағы пигменттелген бөлшектерден тұратын жеке үгітілмеген агрегаттар көрінбейді. Әр түрлі құрамдарды «Клин» бойынша үгіту дәрежесінің үгітілу уақытына тәуелділігі көрсетілген (1-сурет). Ғылыми тәжірибелер көрсеткендей, құрамдарды үгітілу уақыты мен жылдамдығы, негізінде, толтырғыштардың, пигменттердің өзінің түріне және қаттылығына байланысты болады және «Клин» бойынша ұнтақтаудың 10-20 жұқалығы кезінде 45 минуттан 1 сағатқа дейін ауытқиды. Оттан қорғағыш құрамдар үшін 70-90 дәрежесіне дейін үгіту әбден жеткілікті.

Жабындылардың физика-техникалық қасиеттерін зерттеулер соққыға, иіліске және адгезияға беріктікті зерделеуден тұрады.

Соққы және иіліс кезіндегі беріктікті анықтау қабыршақ толық кепкен соң жүргізілді. Қабыршақтың иіліс кезіндегі беріктігі оның икемділігін, яғни қарама-қарсы сынғыштықты жанама сипаттайды.

Қаптаманың икемділігі полимер тізбектерінің иілгіштігіне байланысты болады және макромолекулалардың негізгі тізбегін құрайтын химиялық байланыстар маңындағы атомдар құрылымы есебінен іске асырылады. Макромолекулалардың иілгіштігін анықтайтын факторлардың бірі, іштен айналуының потенциал тосқауылының шамасы болып табылады, оның мәні өзара молекула аралық әрекеттесуге байланысты болады да, химиялық құрамымен және тізбектің құрылымымен анықталады [1]. Макромолекулалар тізбегі буындарының жылжымалылығы өзара молекула аралық әрекеттесу кезінде қатты азаяды [2]. Молекула аралық байланысқа қарағанда, химиялық байланыстар аса берік болып, құрастырылған полимер буындарының жылжымалылығы шектелген. Оттан қорғағыш құрамдарға, икемділікті жақсарту үшін, трифенилфосфат енгізілген.

«Клин» бойынша үгіту дәрежесі



1 — ақ түсті ПФ-115 эмали; 2 — оттан қорғағыш сыр  
1-сурет. Бисерлі диірменде құрамдардың үгіту дәрежесінің, үгітілу уақытына тәуелділігі

Қаптаманың икемділігі көп жағдайда макромолекулалардың оралуы тығыздығына байланысты болады. Сонымен, оттан қорғағыш құрамдардың құрамына кіретін поливинилхлоридті шайыр оралынып үлгермейді, ал макромолекулалардың тығыз оралынбауы конформацияның өзгеруін жеңілдетеді және үлкен кернеулер туындағанда икемділіктің айқындалуына мүмкіндік туғызады.

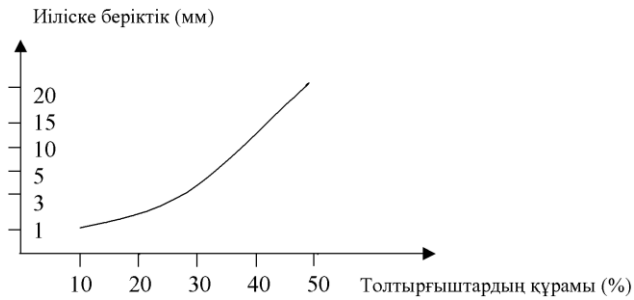
Жабындылардың оралуы икемділігі тығыздығына, полимерлену дәрежесімен анықталуы, тізбектің ұзындығына тікелей байланысты болады.

Композицияларды толтырудың төмен дәрежелері кезінде қаптаманың қажетті икемділігі қамтамасыз етілуі мүмкін, ал полимердің жоғарғы толтырылуы кезінде (мысалы, оттан қорғағыш құрамдарда), химиялық байланыстардың едәуір бөлігі күйге өтуі, беріктік құрылымының салдарынан артуы икемділіктің төмендеуімен жалғасады [3]. Беттік өзара әрекеттесу нәтижесінде байланыстырғыш себептерімен қосымша ішкі кернеулер пайда болады. Толтырғыш беттік қабатының жоғары көрсеткіші, оның ішкі кернеулігінің асқындау нәтижесі, оның өзара беттік әрекеттесуіне итермелейді. Ішкі кернеулерден тым артық дамыған беті кезінде оның бетімен өзара әрекеттесуге келеді.

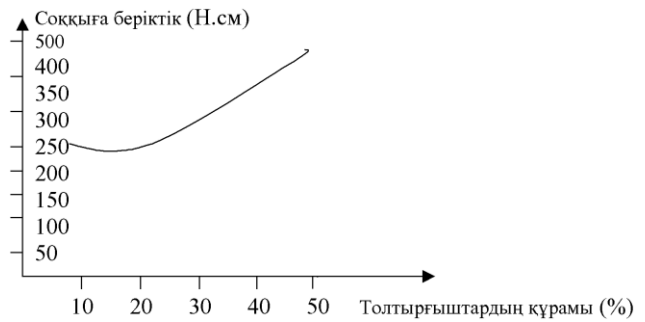
Қаптаманың икемділігін («ШГ-1» аспабында иіліске беріктікті), өлшеу, өзектің минимум диаметрін анықтауға негізделген, онда боялған металл тіліктің иілуі жабындының механикалық бұзылуын тудырмайды.

Кернеулер релаксациясы процесі қиындатылған құрамдарда толтырғыш-антипирендерді ендіру, қағида бойынша, жабындының қаттылығы мен беріктігін

ұлғайтады. 2-суреттен көрініп тұрғандай, композицияның икемділігі толтырғыш-антипирендер мөлшерінің ұлғаюымен азаяды. Алайда, барлық композицияның қаттылығы мен беріктігі жақсарады (3-сурет).



Толтырғыш: мырышты ақ сыр, вермикулит, аммоний фосфаты  
2-сурет. Иіліске беріктіктің, толтырғыштар құрамына тәуелділігі



3-сурет. Соққыға беріктіктің, толтырғыштар құрамына тәуелділігі

Сонымен, толтырғыштар мен антипирендердің құрамы ұлғайған кезде, қаптаманың иіліске беріктігінің төмендеуі, ішкі кернеулердің басым әсер етуімен және қаптама көлеміндегі құрылымның біртексіздігі дәрежесінің ұлғаюымен түсіндіріледі. Оттан қорғағыш құрамға толтырғыштарды, антипирендерді ендіру, қағида бойынша, толтырғыштың қатты бөлшектерінің қаттылығы есебінен полимер композицияның механикалық беріктігінің ұлғаюына әкеліп соғады.

### ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

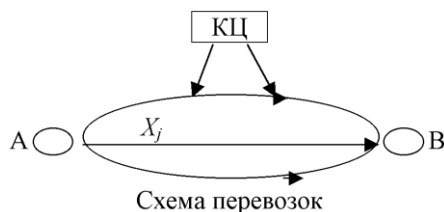
1. Пэйн Г.Ф. Технология органических покрытий. Т.1. Л., 1963. 776 с.
2. Соломон Д.Г. Химия органических пленкообразователей. М.: Химия, 1981. 104 с.
3. Рейтмингер С.А. Проницаемость полимерных материалов М., 1984. 86 с.

УДК 656.212

С.Ш. САРБАЕВ

### Управленческие задачи распределения грузовых потоков по видам транспорта в узле

**Содержательное описание задачи.** Рассмотрим простейшую транспортную систему, состоящую из пункта отправления *A* и пункта назначения *B*. Примем, что из пункта *A* в пункт *B* в течение планируемого периода необходимо перевезти *R* единиц груза.



Груз *m* может перевозиться различными видами транспорта. Обозначим  $\varphi(x_j)$  — затраты на перевозку груза в количестве ( $x_j$ ) *j*-м видом транспорта. Задача заключается в определении объемов перевозок, выполненных каждым видом транспорта так, чтобы общие (совокупные) затраты в транспортной системе были минимальными. Примем, что Координационный центр (КЦ) решает задачу распределения грузопотоков между различными видами транспорта. Для решения этой задачи КЦ должен иметь информацию о функциях затрат  $\varphi_j(x_j)$ . Примем, что эта информация имеется в соответствующей транспортной подсистеме. Рассмотрим следующий механизм функционирования КЦ:

1) каждая транспортная подсистема (ТП) сообщает в КЦ информацию о затратах на перевозку грузов. В дальнейшем примем, что функции  $\varphi_j(x_j, r_j)$  заданы в параметрическом виде и известны в КЦ с точностью до параметра  $r_j$ . В этом случае каждая ТП сообщает в КЦ оценку  $S_j$  параметра  $r_j$ ;

2) КЦ решает задачу определения грузопотоков  $x_j(S)$  (план), а также определяет (или корректирует) тарифы на перевозку  $\lambda(S)$  (управление). Очевидно, что каждая ТП, сообщая информацию о затратах, преследует свои хозяйственные интересы. При «плохом» согласовании интересов ТП и КЦ в системе могут возникнуть отрицательные тенденции завышения оценок затрат на перевозку грузов. Проблема состоит в создании такого хозяйственного механизма, который обеспечивает решение задачи оптимального планирования грузопотоков в КЦ на основе достоверной информации о затратах на перевозку. Эта проблема решается в теории активных систем.

Ниже рассматривается применение и развитие результатов теории активных систем для ряда моделей планирования грузопотоков в единой транспортной системе (ЕТС).

**Описание модели задачи.** Рассматривается двухуровневая система, содержащая КЦ и транспортную подсистему (ТП).

Для простоты вычислений примем, что

$$\varphi_j(x_j, r_j) = \frac{1}{2r_j} x_j^2, \quad (1)$$

где  $r_j$  характеризует коэффициент эффективности  $j$ -й транспортной подсистемы (величина, обратная трудоемкости перевозки единицы груза).

Тогда целевая функция каждой ТП определяется величиной прибыли от перевозки  $x_j$  количества грузов

$$f_j = \lambda x_j - \frac{1}{2r_j} x_j^2. \quad (2)$$

Задача КЦ формулируется следующим образом: определить такой план грузопотоков  $\{x_j\}$ , чтобы

$$\sum_{j=1}^m \frac{1}{2r_j} x_j^2 \rightarrow \min, \quad (3)$$

при условии

$$\sum_{j=1}^m x_j^2 = R. \quad (4)$$

Так как КЦ известны только  $S_j$  оценки  $r_j$ , то задача (3) имеет следующий вид:

$$\sum_{j=1}^m \frac{1}{2S_j} x_j^2 \rightarrow \min, \quad (5)$$

$$\sum_{j=1}^m x_j^2 = R.$$

В случае принципа жесткого централизованного управления (ЖЦ), когда величины  $\lambda$  заданы КЦ постоянно для всех ТП, план  $x_j(S)$  определяется выражением

$$x_j = S_j \frac{k}{\sum_{j=1}^m S_j}; \quad (6)$$

$$j = 1 \div m.$$

В случае принципа согласованного управления (СУ) КЦ учитывает дополнительные условия согласования, выполнение которых гарантирует каждой ТП наибольшую «прибыль» при заявляемой величине  $S_j$ .

Условие согласования имеет вид

$$\lambda x_j - \frac{1}{2S_j} x_j^2 = \max_{0 \leq x_j \leq R} \left[ \lambda r_j - \frac{1}{2S_j} r_j^2 \right]; \quad (7)$$

$$j = 1 \div m.$$

Таким образом, при СУ КЦ решает задачу (7); выполнение условия согласования обеспечивается соответствующим выбором величины  $\lambda$ , которая определяется соотношением

$$\lambda = \frac{R}{\sum_{j=1}^m S_j}. \quad (8)$$

Подставляя (8) в выражение (6), получим

$$x_j = \lambda S_j. \quad (9)$$

**Предварительный анализ задачи.** Игровая ситуация возникает из-за того, что каждая ТП старается максимизировать свою прибыль, пользуясь тем, что КЦ не знает достоверно величин  $r_j$ , а знает лишь границы  $b_j \leq r_j \leq D_j$ ,  $j = 1 \div m$ , в пределах которых могут изменяться эти величины.

Анализ при ЖЦ ( $\lambda = const$ ) показывает, что ТП искажают сообщаемую КЦ информацию о своих возможностях с целью повышения выигрыша. ТП не имеет конкретной стратегии игры. Значение целевой функции КЦ далеко от оптимального (оптимальному значению соответствуют соотношения  $S_j = r_j$ ).

Анализ игры при СУ показывает, что при соблюдении (7) выполняются следующие условия равновесия:

$\{S_j\} = \{r_j\}$ ,  $j = 1 \div m$ , т.е. при СУ обеспечивается оптимальное состояние всей ЕТС, одновременно доставляя гарантированно высокие выигрыши отдельными ТП (так как все ТП сообщают свои достоверные значения  $\{S_j\} = \{r_j\}$ ,  $j = 1 \div m$ ).

Таким образом, ТП придерживаются конкретной стратегии игры  $S_j^* = r_j$  при гипотезе слабого влияния (где под гипотезой слабого влияния понимаем условия, когда ТП не учитывают влияния сообщаемых оценок  $S_j$  на величину  $\lambda$ ).

**Описание линейной модели задачи.** Рассмотрим подробно случай линейных зависимостей, когда

$$\varphi_j(x_j, r_j) = r_j x_j, \quad j = 1 \div m, \quad 0 \leq x_j \leq C_j, \quad j = 1 \div m,$$

где  $r_j$  — затраты от перевозки;

$C_j$  — максимальное количество груза, которое может перевезти  $j$ -я ТП за планируемый период, или пропускная способность  $j$ -й ТП. Целевая функция  $j$ -й ТП имеет вид

$$f_j = (\lambda_j - r_j) x_j \rightarrow \max. \quad (10)$$

Целевая функция КЦ имеет следующий вид:

$$\hat{O} = \sum_{j=1}^m r_j x_j \rightarrow \max. \quad (11)$$

При сообщении ТП  $\{S_j\}$  оценки  $\{r_j\}$  КЦ решает следующую задачу:

$$\sum_{j=1}^m S_j x_j \rightarrow \max, \quad (12)$$

при ограничении

$$\sum_{j=1}^m x_j = R.$$

Условия согласования имеют вид

$$(\lambda_j - S_j) x_j = \max(\lambda_j - S_j) r_j, \quad (13)$$

$$j = 1 \div m; \quad 0 \div r_j \leq C_j.$$

Пусть  $S_j$  упорядочены по возрастанию ( $S_1 \leq S_2 \leq \dots \leq S_n$ ) и так, что

$$\sum_{j=1}^{q-1} C_j < R \leq \sum_{j=1}^q C_j.$$

Тогда решение задачи (11) можно записать в виде

$$x_j = \begin{cases} C_j, & j = 1 \div (q-1), \\ R - \sum_{j=1}^{q-1} C_j, & j = q, \\ 0, & j = (q+1) \div m. \end{cases} \quad (14)$$

При рассмотрении принципа ЖЦ ( $\lambda = const$ )  $x_j$  определяется из выражения (14).

Если рассматривать случай СУ, то

$$\lambda = S_q \quad (15)$$

и  $x_j$  также определяется из (14).

Для  $j$ -й ТП можно определить  $\lambda_j$  по формуле

$$\lambda_j = \lambda + H_j, \quad (16)$$

где  $\Delta_j$  — величина разности тарифа  $j$ -й ТП от единого тарифа  $\lambda_j$ , вычисляемого для всех ТП по формуле (15).

Анализ игры при ЖЦ показывает, что при

$$\lambda_j > r_j \Rightarrow S_j < r_j,$$

$$\lambda_j < r_j \Rightarrow S_j > r_j, \quad j = 1 \div m,$$

где  $d \leq r_j \leq D$ .

Таким образом, ТП сообщают недостоверную информацию, и значение целевой функции КЦ далеко от оптимального.

Анализ игры при СУ показывает, что при соблюдении согласования выполняются следующие условия равновесия:

$$\lambda_j < \lambda \Rightarrow x_j = C_j, \quad j = 1 \div m,$$

$$r_j > \lambda \Rightarrow x_j = 0.$$

ТП стараются сообщать истинные оценки  $S_j^* = r_j$ ; обеспечиваются оптимальное значение целевой функции КЦ и одновременно большие выигрыши отдельным ТП.

Учитывая, что для линейных моделей сходимость к ситуации равновесия нетривиальна, можно применить для случая СУ слабые штрафы. Тогда целевая функция ТП будет иметь вид

$$f_j = (\lambda_j - r_j)x_j - \alpha(r_j - S_j)C_j \rightarrow \max, \quad (17)$$

где  $0 < \alpha < 1$  — коэффициент штрафа за недостоверную информацию.

Предполагается, что КЦ после этапа планирования знает величину  $r_j, j = 1 \div m$ .

Анализ игры при СУ со штрафом, как было описано раньше, соответствует случаю СУ без штрафа. ТП сообщают истинные оценки

$$S_j^* = r_j, \quad j = 1 \div m.$$

Если гипотеза слабого влияния недостаточно правомерна, т.е. ТП учитывают влияние сообщаемых оценок  $S_j$  на величину  $\lambda_j$ , то для устойчивости функционирования систем можно использовать метод нормирования целевых функций ТП.

ТП стимулируется из единого фонда, величина  $M$  которого задана (либо зависит от суммарного выигрыша всех ТП), т.е. значение целевых функций определяется из следующего выражения:

$$f_j^h(S) = \frac{f_j(S)}{\sum_{h=1}^m f_h(S)} M, \quad \text{где } M = \mu \sum_{k=1}^m f_k(S),$$

или для нелинейной модели

$$f_j^h(S) = \frac{\lambda x_j - \frac{1}{2r_j} x_j^2}{\sum_{h=1}^m (\lambda x_k - \frac{1}{2r_h} x_k^2)} M, \quad (18)$$

для линейной модели

$$f_j^h(S) = \frac{(\lambda_j - x_j)x_j}{\sum_{h=1}^m (\lambda_k - r_k)x_k} M. \quad (19)$$

**СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Белов И.В., Каплан А.Б. Математические методы в планировании на железнодорожном транспорте. М.: Транспорт, 1992.
2. Единая транспортная система / Под ред. В.Г. Галабурды. М.: Транспорт, 2001.



## Раздел 5

### Энергетика. Автоматика и управление. Радиотехника, связь и телекоммуникации

УДК 621.317.088

Э.А. ИВАНОВ  
А.Ж. ОМИРБЕКОВ  
П.И. САГИТОВ  
Е.В. ХРАПУНОВ

#### Оценка фактического уровня погрешностей электросчетчиков в реальных условиях эксплуатации

Одной из актуальных проблем для электросетевых компаний являются потери электроэнергии, связанные с погрешностью приборов учета электрической энергии (инструментальные потери). В [1] был определен расчетный уровень инструментальных потерь в районе Тастак г.Алматы, питание которого осуществляется от п/ст 59. Уровень потерь определен равным  $\pm 5,8\%$  от общего объема электроэнергии, поступившей на п/ст 59. При этом остался открытым вопрос о фактическом уровне инструментальных потерь в этом районе города и знаке погрешности электросчетчиков.

Для решения этой задачи в районе Тастак г. Алматы был поставлен натурный эксперимент, целью которого являлось определение фактического уровня погрешности электросчетчиков в реальных условиях эксплуатации.

В качестве экспериментальных объектов были взяты 70-квартирный (ул. Туркебаева, 57) и 100-квартирный (ул. Брусиловского, 50) жилые дома. Учет расхода электрической энергии в этих домах осуществляется счетчиками типов: СО-2, СО-И2М, СО-И446, СО-И446М, СО-И449М, СО-И2М2, СО-5у и СО-И449М1-2. Счетчики СОИ-2М и СО-И446 составляют заметное большинство. Все счетчики выпущены с заводов в 1959-1983 гг. и без поверки

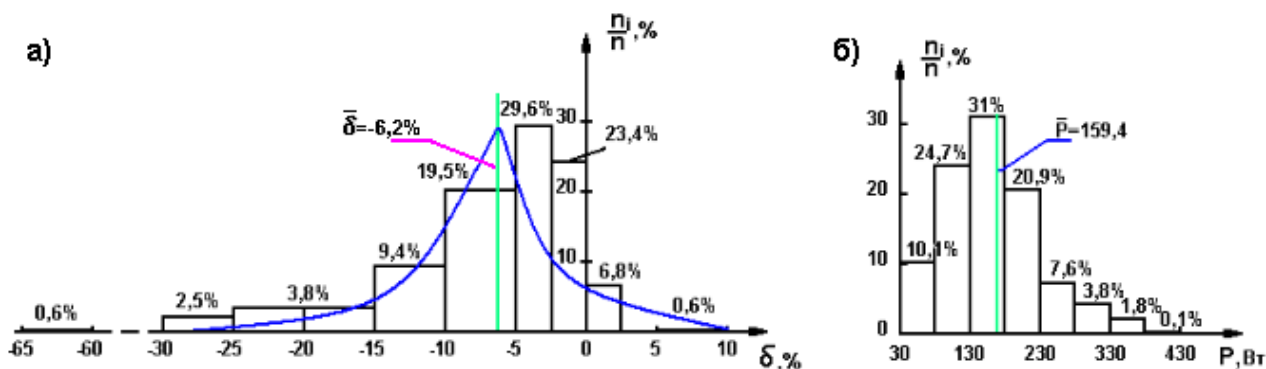
эксплуатируются значительно большее время, чем дозволённый срок работы.

Погрешность счетчиков определялась путем регистрации показаний переносным образцовым прибором класса точности 0,5. Помимо погрешности этим же прибором определялись: действительное значение активной мощности  $P$ , напряжение, ток  $I$  и коэффициент мощности  $\cos \varphi$  на клеммах счетчиков. Измерения проводились в течение двух дней в характерные моменты времени суточного графика электропотребления (1-я графа табл. 1). С целью обеспечения однородности результатов каждое измерение на каждом счетчике выполнялось подряд трижды.

Погрешности счетчиков являются случайными величинами. Случайность величин предопределена: случайностью электрической нагрузки, уровнем сетевого напряжения, частотой напряжения в сети, температурой окружающей среды, углом сдвига фаз между векторами напряжения и тока, степенью исправности узлов самого счетчика. Вследствие этого электрические параметры сети и погрешности счетчиков обрабатывались статистически, на основе вероятностных представлений, которые отвечают механизму случайного образования погрешности результата измерения.

На рисунке изображены гистограмма распределения реальных погрешностей группы счетчиков (а) и соответствующая гистограмма

распределения фактически потребленной мощности (б) (Туркебаева, 57), по данным замеров, произведенных в 9<sup>00</sup> ч., 17.01.04.



Гистограмма распределения погрешностей и потребления мощности: а — погрешности счетчиков; б — потребляемая квартирами мощность

По рисунку видно, что один счетчик является дефектным, так как его погрешность составляет 63 %. Счетчики с отрицательными погрешностями 20-30 % можно отнести к группе счетчиков, не пригодных для эксплуатации. Такая величина погрешности определяется весьма малой нагрузкой в определенные часы суток, когда индукционные счетчики с номинальным током в 10 А её не учитывают, а также влиянием внешних доминирующих факторов. Анализ гистограммы на рисунке а показывает, что соотношение отрицательных и положительных погрешностей счетчика определяет величину средней погрешности как  $\bar{\delta} = -6,2 \%$ .

Среди числовых характеристик случайной величины представляет интерес рассмотрение оценки среднего и среднего квадратического значений погрешностей. В табл. 1 представлены оценки среднего  $\bar{\delta}_i$  и среднего квадратического  $\sigma_{\delta_i}$  значений погрешностей счетчиков. Аналогичные значения представлены и для фактической нагрузки:  $P_i, \sigma_{P_i}$ . Расчеты проведены по формулам, приведенным в [2].

Таблица 1

СТАТИСТИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ РАСПРЕДЕЛЕНИЙ ПОГРЕШНОСТЕЙ И ПОТРЕБЛЯЕМОЙ МОЩНОСТИ

Дата, время	Число поверенных счетчиков, $n_i$	Погрешность, $\delta$		Потребленная мощность, $P$	
		$\bar{\delta}_i$	$\sigma_{\delta_i}$	$P_i$	$\sigma_{P_i}$
16.01.04 11 <sup>00</sup>	46/55	-6,2/-5,4	10,7/8,8	190/188	126/136
15 <sup>00</sup>	51/46	-4,8/-4,2	8,8/8,6	236/270	88/95
21 <sup>00</sup>	41/57	-3,8/-3,4	8,2/8,7	385/400	150/180
17.01.04 6 <sup>00</sup>	19/27	-5,8/-6,4	8,1/8,3	129/120	65/61
9 <sup>00</sup>	35/40	-6,2/-5,7	6,9/7,2	159/170	74/79
15 <sup>00</sup>	43/56	-4,2/-3,8	8,9/8,4	217/220	98/84
21 <sup>00</sup>	34/47	-3,2/-2,9	7,2/8,2	368/392	134/172

Примечание: Числитель — дом по Туркебаева, 57, Знаменатель — дом по Брусиловского, 50.

Как указывалось выше, расчетный уровень допустимых потерь для этой зоны, в соответствии с [1],

равен  $\pm 5,8 \%$ . Это говорит о том, что расчетный уровень потерь по абсолютному значению близок к величине фактических потерь. Кроме того, можно утверждать, что предполагаемая инструментальная погрешность электросчетчиков, находящихся в реальных условиях эксплуатации, имеет отрицательный знак.

Найдем средневзвешенную погрешность измерений для всех замеров. Ее можно найти в соответствии с правилами статистического объединения результатов измерения по формуле

$$\bar{\delta}_j = \frac{\bar{\delta}_1 n_1 + \bar{\delta}_2 n_2 + \dots + \bar{\delta}_k n_{kj}}{n_1 + n_2 + \dots + n_{kj}}, \quad (1)$$

где  $n_{kj}$  — число счетчиков, участвующих в измерении в  $k$ -м временном интервале на  $j$ -м объекте.

В соответствии с данными (табл. 1) имеем для дома Туркебаева, 57 средневзвешенную погрешность  $\bar{\delta}_1 = \frac{-6,2 \times 46 - 4,8 \times 51 - 3,8 \times 41 - 5,8 \times 19 - 6,2 \times 35 - 4,2 \times 43 - 3,2 \times 34}{46 + 51 + 41 + 19 + 35 + 43 + 34} = \frac{1302,4}{269} = -4,8 \%$ .

Аналогично получим средневзвешенную погрешность для дома по адресу Брусиловского, 50:

$$\bar{\delta}_2 = \frac{-1433,9}{328} = -4,4 \%$$

Совокупное среднее для обоих домов составляет

$$\bar{\delta}_{1,2} = -4,6 \%$$

В математической статистике средняя погрешность измерений  $\bar{\delta}_j$  определена как систематическая погрешность. При определении случайных погрешностей систематическую погрешность необходимо исключить. Для этого необходимо произвести центрирование значений гистограммы распределения погрешностей, например для рисунка а её необходимо сдвинуть вправо на 6,2 %. При этом систематическая погрешность будет равна нулю и останется только случайная составляющая этой погрешности. Однако в этом

случае часть счетчиков, имеющих при измерении положительную и отрицательную погрешность, скомпенсируется, а часть — примет положительное значение, что заведомо приведет к занижению количества счетчиков, имеющих отрицательную погрешность.

Известно, что источником систематических погрешностей могут быть три компонента измерения: метод измерения, сами счетчики как средство измерения и экспериментатор. Применявшийся метод измерения один — метод сличения, экспериментатор один. Из этого следует, что в реальных условиях эксплуатации счетчиков систематическая погрешность определяется только инструментальной погрешностью счетчиков, которая определяется относительной погрешностью.

Среднее квадратическое отклонение (СКО) должно характеризовать случайную составляющую погрешности. СКО связано с нагрузкой: в часы вечернего максимума нагрузки они меньше, а в часы утреннего минимума нагрузки — больше, так как действует тормозной момент в счетчике. Тем не менее, из табл. 1 невозможно вывести закономерность, определяющую взаимосвязь между среднеквадратическим отклонением и нагрузкой. В конкретном измерении каждая элементарная погрешность получает конкретную реализацию. Систематическая погрешность складывается из элементарных погрешностей.

В табл. 2 представлены числовые характеристики распределения погрешностей всех счетчиков внутри ряда интервалов  $[\Delta_{\max}; \Delta_{\min}]$  для двух типов счетчиков. Ширина рассматриваемых интервалов принята численно равной наилучшему классу точности счетчиков, участвующих в эксперименте — 2,5 %

Как видно из табл. 2, СКО как оценка является весьма устойчивой величиной. Если это значение погрешности вычисляется на основе 15-30 отдельных наблюдений, то оно практически уже не изменяется при дальнейшем увеличении числа измерений.

Найдем средневзвешенное значение СКО для домов по данным табл. 1. В этом случае средневзвешенное СКО определяется по формуле

$$\sigma_{\delta_j} = \left( \frac{\sum_{i=1}^K \sigma_{\delta_i}^2 n_i + \sum_{i=1}^K n_i \bar{\delta}_i - \bar{\delta}^2}{\sum_{i=1}^K n_i} \right)^{\frac{1}{2}}, \quad (2)$$

где  $\sum_{i=1}^K n_i \bar{\delta}_i - \bar{\delta}^2 / \sum_{i=1}^K n_i$

характеризует рассеивание погрешностей относительно средневзвешенного значения.

Для дома Туркебаева, 57 имеем  $\sigma_{\delta 1}=8,7$  %.

Соответственно для дома Брусиловского, 50 получаем  $\sigma_{\delta 2}=7,6$  %, и средневзвешанный СКО для обоих домов —  $\sigma_{1,2}=8,1$  %.

В общем случае оценку СКО среднего взвешенного можно определить по формуле

$$\sigma_{\delta \Sigma} = \sqrt{\sum_{i=1}^K \sigma_{\delta_i}^2 n_i / \sum_{i=1}^K n_i}, \quad (3)$$

по формуле (3) получим

$\sigma_{\delta 1}=8,6$  %,  $\sigma_{\delta 2}=7,5$  % и  $\sigma_{1,2}=8$  %, что практически совпадает с предыдущим расчетом. Этот факт указывает на представительность результатов измерений.

Как видно из табл. 2, СКО  $\sigma_{\delta i}$  по интервалам изменения погрешности изменяется мало, всего в пределах 0,1-0,2 %, в то время как по всем счетчикам изменяется в пределах 1,6-3,8 %.

Следовательно, оценка среднего значения погрешности представляет собой композицию реализации её составляющих. Последние определяются степенью износа счетчика, нагрузкой, напряжением, коэффициентом мощности в сети. По существу это есть нагрузочная характеристика счетчика, смещенная в сторону отрицательных погрешностей. Другой важной характеристикой случайных погрешностей является эквивалентный интервал её распределения. Известно, что при определении границ погрешностей счетчиков в расчетах произвольно принимают зону погрешности как  $\sigma$ , либо  $1,96\sigma$  ( $2\sigma$ ), либо  $3\sigma$ . При нормальном законе распределения вышеприведенные значения  $\sigma$  будут соответствовать интервалам доверительной вероятности, равным 0,67; 0,95 или 0,97. Обоснованно выбрать ширину достоверной различимой полосы результата измерений составляет весьма большую проблему.

В электроэнергетике ширину интервала погрешностей определяют как  $\Delta=1,96\sigma_{\delta}$ , что соответствует доверительной вероятности  $P_{\delta}=0,95$  при числе измерений  $n>120$ .

В нашем случае допустимое значение средневзвешенного будет находиться в поле допуска

$$\begin{aligned} \bar{\delta}_{1,2} - 1,96\sigma_{\delta 1,2} &\leq \bar{\delta}_{1,2\bar{a}} \leq \bar{\delta}_{1,2} + 1,96\sigma_{\delta 1,2}, \\ -4,6 - 15,9 &\leq \bar{\delta}_{1,2\bar{a}} \leq -4,6 + 15,9, \\ -20\% &\leq \bar{\delta}_{1,2\bar{a}} \leq 11,3\%. \end{aligned} \quad (4)$$

Данное поле допуска практически совпадает с полем распределения погрешностей на рисунке. В этом случае учитывается тот факт, что лучше преувеличить погрешность, чем её приуменьшить.

В [3] рекомендуется определить интервал инструментальной погрешности как вероятную погрешность, равную  $\Delta=2/3 \sigma_{\delta}=0,667\sigma_{\delta}$ . Это означает, что половина из всех встречающихся погрешностей будет меньше значения  $\bar{\delta}$ , а вторую половину будет составлять погрешность больше этого значения.

Это соответствует доверительной вероятности  $P_{\delta}=0,5$  при  $n>120$ .

СТАТИСТИЧЕСКИЕ ПОГРЕШНОСТИ И РАСПРЕДЕЛЕНИЙ ЭЛЕМЕНТАРНЫХ ПОГРЕШНОСТЕЙ

Оценка параметров	интервалы: $[\Delta_{\max}/\Delta_{\min}]$ , %										
	2,5÷0	-2,5÷0	-5÷-2,5	-7,5÷-5	-10÷-7,5	-12,5÷-10	-15÷-12,5	-17,5÷-15	-20÷-17,5	-22,5÷-20	-25÷-22,5
середина интервала	1,25	-1,25	-3,75	-6,25	-8,75	-11,25	-13,75	-16,25	-18,75	-21,25	
$\delta_{\Delta}$ , %	1÷0,9	-1,3÷-1,1	-3,7÷-3,7	-6,1÷-6,2	-8,6÷-8,6	-11,1÷-11,3	-13,7÷-13,7	-15,9÷-16	-18,6÷-19	-21÷-21,3	
$\sigma_{\Delta}$ , %	0,67÷0,7	0,69÷0,69	0,71÷0,74	0,74÷0,79	0,72÷0,68	0,73÷0,7	0,69÷0,8	0,67÷0,87	0,68÷0,79	0,72÷0,86	

Примечание: 1) на интервале  $\Delta_{\max} > 2,5\%$  и  $< -20\%$  распределения отсутствуют;  
 2) числитель — счетчики типа СО-И446, знаменатель — счетчики типа СО-И2М.

В этом случае допустимый диапазон инструментальных погрешностей всех счетчиков определяется выражением

$$\begin{aligned} \bar{\delta}_{1,2} - 0,667\sigma_{\delta_{1,2}} &\leq \bar{\delta}_{1,2} + 0,667\sigma_{\delta_{1,2}}, \\ -4,6 - 5,4 &\leq \bar{\delta}_{1,2} \leq -4,6 + 5,4, \\ -10\% \bar{\delta}_{1,2} &\leq 0,8\%. \end{aligned} \quad (5)$$

Принимая во внимание выражение (5), можно найти допустимый диапазон технических погрешностей всех счетчиков

$$\begin{aligned} \bar{\delta}_{1,2} - (1,96 - 0,667)\sigma_{\delta_{1,2}} &\leq \bar{\delta}_{1,2} + (1,96 - 0,667)\sigma_{\delta_{1,2}}, \\ -4,6 - 1,3\sigma_{\delta_{1,2}} &\leq \bar{\delta}_{1,2} \leq -4,6 + 1,3\sigma_{\delta_{1,2}}, \\ -5,4 - 10,5 &\leq \bar{\delta}_{1,2} \leq -5,4 + 10,5, \\ -16\% &\leq \bar{\delta}_{1,2} \leq 5,1\%. \end{aligned} \quad (6)$$

Систематические и инструментальные погрешности счетчиков должны рассматриваться как случайные величины.

В ходе эксперимента наблюдение велось за 170 электросчетчиками. Поскольку число наблюдений значительно превышает 120 наблюдений, то можно

утверждать, что значение погрешности электросчетчиков определено с наибольшей достоверностью.

Если число счетчиков будет меньше, например  $n=15$ , то в этом случае в формулу (4) следует подставлять ширину интервала  $2,1\sigma_{\delta_{1,2}}$ , а в формулу (5) —  $0,7\sigma_{\delta_{1,2}}$ .

Таким образом:

1. При измерении погрешностей счетчиков их параметры и числовые характеристики распределений необходимо рассматривать как случайные величины. Эти погрешности можно суммировать только методами математической статистики.

2. Инструментальная и техническая погрешность электросчетчиков, находящихся в реальных условиях эксплуатации на исследованных объектах, имеет отрицательный знак, а по величине превосходит допустимый предел основной относительной погрешности.

3. Электросетевым компаниям необходимо интенсифицировать модернизацию систем учета расхода электроэнергии путем замены индукционных счетчиков на электронные счетчики, которые имеют большую чувствительность и более высокий класс точности. Это обеспечит снижение инструментальных потерь.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Оценка влияния погрешности приборов учета электроэнергии на общий уровень коммерческих потерь в сетях 0,4 кВ АПК ГЭС: отчет НИР / Алматинский институт энергетики и связи. Алматы, 2002. № гос. рег. КазгосИНТИ 0103РК00604 от 14.10.03. Инв. №0203РК00631.
2. Рабинович С.Г. Погрешности измерений. Л.: Энергия, 1978. 262 с.
3. Новицкий П.В. Основы информационной теории измерительных устройств. Л.: Энергия, 1968. 248 с.

УДК 621.316.817.5

И.В. БРЕЙДО

## Оценка быстродействия тиристорного электропривода с реверсом по цепи обмотки возбуждения

Несмотря на относительную простоту, тиристорный электропривод постоянного тока с реверсом по цепи обмотки возбуждения распространен недостаточно широко, что объясняется его низким быстродействием. В то же время не определены четкие границы областей применения такого электропривода, которые могут быть существенно расширены при различных схемах форсировки.

Определим быстродействие традиционного и модернизированного электропривода при реверсе по цепи обмотки возбуждения. На рис.1а представлена реверсивная трехфазная с нулевым проводом схема

подключения обмотки возбуждения, а на рис.1б — ее модификация.

Схема замещения в период реверса для традиционного варианта подключения обмотки возбуждения изображена на рис.2а.

Рассмотрим ситуацию, когда с управляющих электродов одного из плеч тиристорного преобразователя снимается управляющее напряжение, т.е. в момент начала реверса. Предположим, что при  $t = 0$  открыт тиристор  $V_4$ . При поступлении команды на реверс открывается также тиристор  $V_2$ . Таким образом, возникает режим уравнивающих токов через

открытые тиристоры  $V_4$  и  $V_2$  и дроссели. Причем этот режим существует до тех пор, пока не разрядится энергия, запасенная в индуктивности, т.е. ток не достигнет нулевого значения. Дифференциальное уравнение по схеме замещения на рис.2а с учетом начальных условий в этот период времени имеет вид:

$$E_{c_1} - E_{c_2} = (R_\phi + R_a + R_d)i + L_\phi + L_a + L_d \frac{di}{dt} - L_\phi + L_a + L_d \cdot i(0) \cdot 1(t) + \Delta U = 0, \quad (1)$$

где  $i$  — ток;  
 $R_\phi$  — активное сопротивление фазы с учетом сопротивления реактора;  
 $R_d$  — активное сопротивление дросселя;  
 $R_a$  — активное сопротивление обмотки возбуждения;  
 $L_\phi$  — индуктивность фазы с учетом индуктивности реактора;  
 $L_d$  — индуктивность дросселя;  
 $L_a$  — индуктивность обмотки возбуждения;  
 $\Delta U$  — падение напряжения на открытом тиристоре;  
 $i(0)$  — начальный ток при  $t = 0$ .

Примем следующие допущения:

1. Так как в электродвигателе

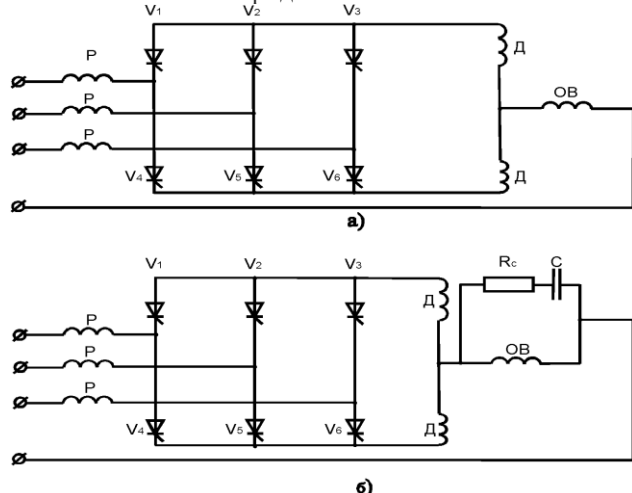


Рис.1. Схемы подключения реверсивной обмотки возбуждения:

а) трехфазная схема реверса с нулевым проводом;

б) модернизированная схема реверса.

P — реактор; Д — дроссель; ОБ — обмотка возбуждения

$$R_e \gg R_\phi + R_d, L_e + L_d \gg L_\phi, \quad (2)$$

то

$$R_\phi \approx 0, R_d \approx 0, L_\phi \approx 0.$$

2. Пренебрегаем падением напряжения на открытом тиристоре

$$\Delta U \approx 0. \quad (3)$$

С учетом сделанных допущений для рассматриваемой схемы выпрямления [1]

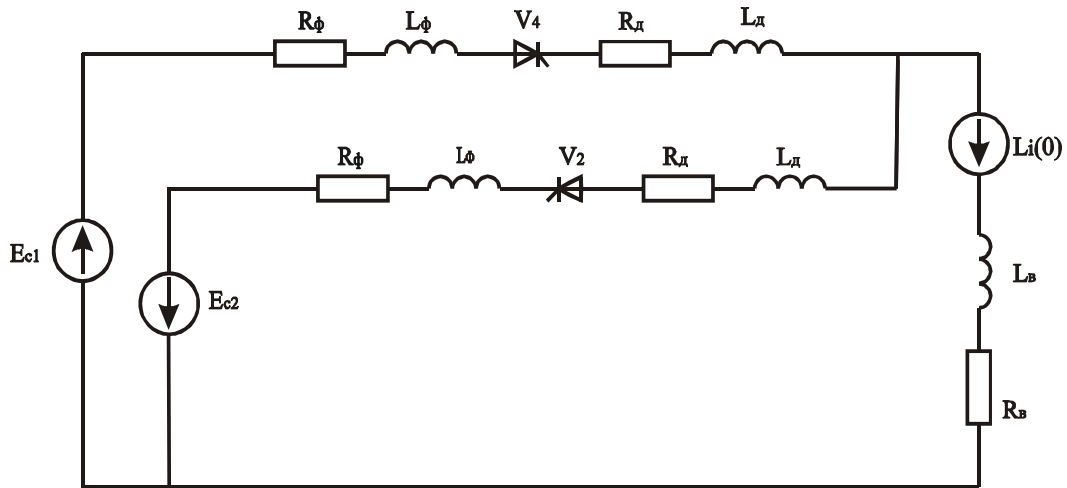
$$i(0) = \frac{U_{do} \cdot \cos \alpha}{R_a} = \frac{\hat{A}_\phi \cdot 3\sqrt{6}}{2\pi \cdot R_a} \cdot \cos \alpha, \quad (4)$$

где  $\alpha$  — угол управления,

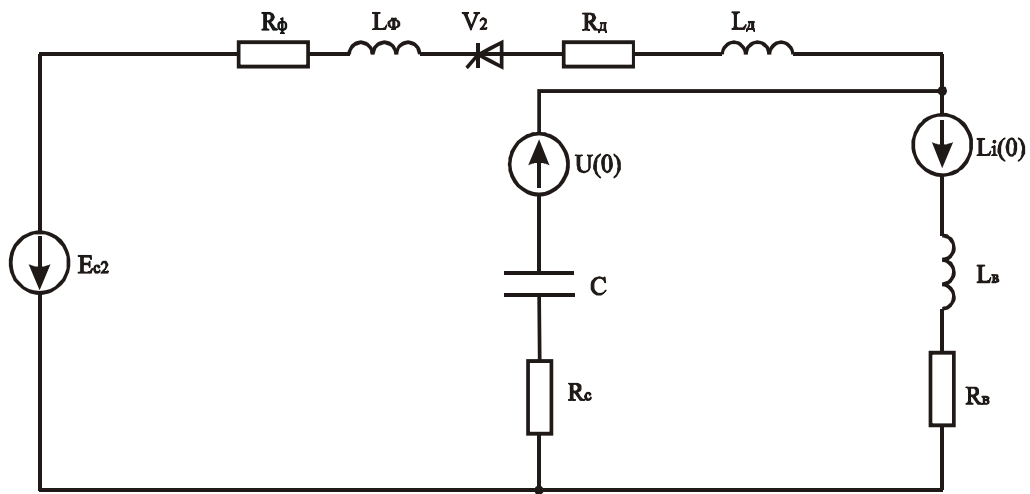
$E_\phi$  — фазное напряжение.

В операторной форме уравнение (1) при допущениях (2) и (3) приводится к виду

$$i(p) = \frac{(L_a + L_d)i(0)\cos \alpha}{(1 + T_\Sigma p)R_a}, \quad (5)$$



а)



б)

Рис.2. Схемы замещения:

а) трехфазная схема реверса с нулевым проводом, б) модернизированная схема реверса

где  $T_{\Sigma} = \frac{L_a + L_{\bar{a}}}{R_a}$ .

Переходя к оригиналу, получим

$$i(t) = \frac{(L_a + L_{\bar{a}})E_0 3\sqrt{6}}{2\pi R_a} e^{-\frac{t}{T_{\Sigma}}} \quad (6)$$

С точностью до  $\Delta$  время переходного процесса  $t_{n1}$  может быть определено по формуле [3]

$$t_{n1} \leq T_{\Sigma} \ln \frac{1}{\Delta} \quad (7)$$

Время нарастания тока возбуждения после закрытия тиристора  $V_4$  определяется приблизительно как

$$t_{n2} \approx 3T_{\Sigma} \quad (8)$$

Полное время реверса  $t_{p1}$ :

$$t_{p1} \approx T_{\Sigma} (3 + \ln \frac{1}{\Delta}) \quad (9)$$

На рис. 3 представлен полный цикл реверса тока возбуждения в имитационной модели, выполненной с использованием ППП Matlab в рамках Simulink.

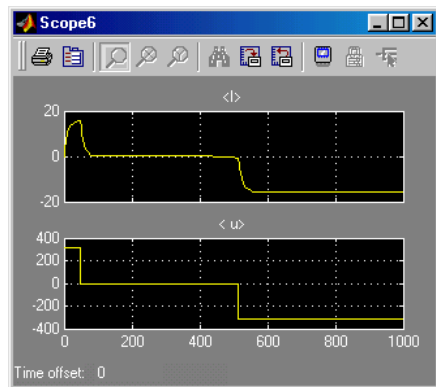


Рис. 3. Переходные процессы при классической схеме реверса:  $u$  — напряжение в возбуждения,  $i$  — ток возбуждения

Результат расчета  $t_{p1}$  при  $\Delta = 0,05$  отличается от экспериментальных данных не более чем на 10 %, что вполне приемлемо для инженерных расчетов. Величина  $t_{p1}$  достигает нескольких секунд (в данном случае 8с), что существенно снижает область

применения реверсивного электропривода с реверсом по схеме рис.1а. Определим быстродействие в схеме реверса, представленной на рис.1б, т.е. при подключении  $R-C$  цепи параллельно обмотке возбуждения. Схема замещения изображена на рис.2б.

Включение конденсатора параллельно обмотке возбуждения обеспечивает искусственную коммутацию тиристоров, так как после снятия управляющего напряжения заряженный конденсатор закрывает тиристор  $V_4$  с запаздыванием, не большим трети периода переменного напряжения сети (для трехфазной нулевой схемы выпрямления).

Дифференциальное уравнение, описывающее процессы после закрытия  $V_4$  и открытия  $V_2$ , с учетом начальных условий и сделанных выше допущений относительно  $L_{\phi}, R_{\phi}, R_{\delta}$  и  $\Delta U$ , имеет вид

$$\frac{1}{\tilde{n}} \int idt + (L_{\tilde{a}} + L_a) \frac{di}{dt} + i(R_{\tilde{a}} + R_c) + U_c \cdot 0 \cdot 1(t) - (L_{\tilde{a}} + L_a) \cdot i(0) \cdot 1(t) = -\dot{A}_{\tilde{n}} \quad (10)$$

После приведения (10) к операторной форме и преобразования относительно  $i$  получим:

$$i = \frac{pc \left[ (L_{\tilde{a}} + L_a)i(0) - U_{\tilde{n}}(0) - \frac{\dot{A}_{\tilde{n}}}{\delta} \right]}{\delta^2 p^2 + T_1 p + 1} \quad (11)$$

где  $T_1 = R_{\tilde{n}} + R_a \cdot \tilde{n}$ ;  $\delta^2 = L_{\tilde{a}} + L_a \cdot c$ .

Оригинал уравнения (11) имеет вид:

$$i(t) = c (L_{\tilde{a}} + L_a)i(0) - U_c(0) \times \times A_1 e^{-\frac{T_1}{2T_2^2}t} \sin(\lambda t + \Theta) - \tilde{n} \dot{A}_{\tilde{n}} e^{-\frac{T_1}{2T_2^2}t} \sin \lambda t, \quad (12)$$

где  $A_1, A_2, \lambda$  и  $\Theta$  вычисляются по [2].

Длительность переходного процесса  $t_{p2}$  определим по мажоранте, тогда

$$t_{\delta 2} \leq \frac{2(L_{\tilde{a}} + L_a)}{R_a + R_{\tilde{n}}} \ln \frac{1}{\Delta}, \quad (13)$$

при  $\Delta = 0,05$

$$t_{\delta 2} \leq 6 \frac{L_{\tilde{a}} + L_a}{R_a + R_{\tilde{n}}}. \quad (14)$$

Для уменьшения длительности переходного процесса разряда энергии индуктивности обмотки возбуждения необходимо выполнение условия

$$\frac{2 L_a + L_{\tilde{a}}}{R_a + R_{\tilde{n}}} \ll 1. \quad (15)$$

С другой стороны, для надежного запираания тиристора требуется

$$R_c \cdot c > \frac{T}{m}, \quad (16)$$

где  $T$  — период напряжения сети,  $m$  — пульсность выпрямителя (при анализируемой схеме выпрямителя  $m = 3$ ).

Выбор параметров  $R-C$  цепи осуществляется по формулам (15) и (16).

Результаты моделирования переходных процессов  $i(t)$  при  $R_c = 400$  Ом,  $C = 10^{-4}$  Ф для электропривода с электродвигателем 4ПФ-180М представлены на рис. 4.

Расчет по формуле (14) дает

$$t_{p2} \approx 0,2 \text{ с.}$$

Близкий результат получается при имитационном эксперименте (рис.4).

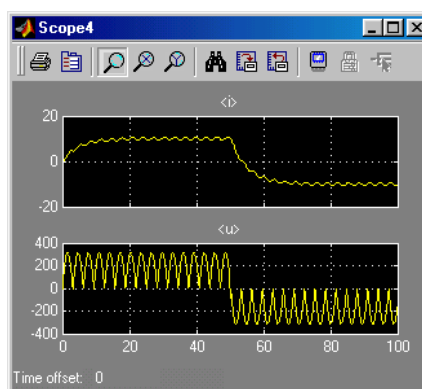


Рис. 4. Переходные процессы в модернизированной схеме реверса

$$t_{p1} \gg t_{p2}.$$

Использование схемы реверса по рис.1б существенно сокращает время реверсирования электропривода.

Таким образом, применение схемы реверса с  $R-C$  цепью, подключенной параллельно обмотке возбуждения, позволяет достигнуть быстродействия, близкого к быстродействию электропривода с раздельным управлением по цепи якоря. Полученные результаты дают возможность с достаточной точностью оценить предельное быстродействие электропривода с реверсом по цепи обмотки возбуждения и могут быть использованы при разработке и проектировании реверсивного электропривода.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Справочник по проектированию автоматизированного электропривода и систем управления технологическими процессами / Под ред. В.И.Круповича, Ю.Г.Барыбина, М.Л.Самовера. М.: Энергоиздат, 1982. 416 с.
2. Корн Г., Корн Т. Справочник по математике. М.: Наука, 1973. 831 с.
3. Бесекерский В.А., Попов Е.П. Теория систем автоматического регулирования. М.: Наука, 1975. 768 с.

УДК 621.315.5/6(075.8)  
621.318.1(075.8)

Ю.Н. КЛИКУШИН

Метод и средства моделирования  
идентификационных шкал

**К.Т. КОШЕКОВ**  
**Н.О. РОЖКОВА**

Появление новой технологии автоматического распознавания сигналов, основанной на применении идентификационных шкал (ИШ) [1], и, соответственно, более широкое использование в практике статистических измерений интеллектуальных виртуальных (компьютерных) приборов (ВП) со встроенными ИШ [2,3] вызывают необходимость в их регулярной поверке и градуировке. Эти процедуры необходимы:

- для повышения разрешающей способности ИШ и достоверности получаемых с помощью ВП результатов анализа сложных сигналов;

- для придания ВП статуса средств измерений, с последующим включением их в государственный реестр.

Идентификационная шкала представляет собой упорядоченную систему имен распределений. Имена распределений образуют реперные (эталонные) точки шкалы, подобно оцифрованным отметкам обычной аналоговой шкалы физической величины. Упорядочивание имен производится по некоторому числовому — идентификационному параметру, который отображает вероятностно-статистические свойства сигналов, лингвистически определяемые понятием «распределение вероятности». Примером рассматриваемой ИШ *NF*-типа является табл. 1.

Таблица 1

Параметр	2МОД	АРКС	РАВН	СИМП	НОРМ	ЛАПЛ	КОШИ
Виртуальный объем, <i>NF</i>	4	8	12	21	36	55+N/40	N
Погрешность %, %	0,1	1	2	2	5	11	20

Как и в обычных измерительных приборах физических величин, достоверность преобразования будет зависеть, в первую очередь, от качества используемой шкалы эталонов. При этом положение «оцифрованных отметок» определяет систематическую, а размытость отметки — случайную составляющие погрешности шкалы.

Указанные в табл. 1 оценки идентификационного параметра (*NF*) получены в работе [4] методом

статистического моделирования с использованием соответствующих программных генераторов случайных чисел. Недостатки данного метода связаны, во-первых, с необходимостью формирования для каждой отметки больших объемов выборок, что занимает определенное время, и, во-вторых, со сложностью контроля качества самих генераторов случайных чисел, непосредственно влияющих на свойства состоятельности и несмещенности представленных оценок.

Кардинальное устранение указанных недостатков, по мнению авторов, возможно, если вместо случайных генераторов использовать генераторы детерминированных, периодических сигналов. В данной работе приводятся теоретические и экспериментальные результаты, доказывающие обоснованность подобного предложения.

В качестве основополагающих принципов проведенных исследований используются два.

1. Обобщение понятия «распределение вероятности», используемого в теории вероятности и математической статистике для описания свойств случайных сигналов, понятием «распределение амплитуд», которое применимо к описанию свойств как случайных, так и детерминированных сигналов. Оба этих понятия тождественны на эмпирическом уровне, если их трактовать как «количество значений сигнала, попавших в заданный интервал». Примером подобного подхода может служить эмпирическая плотность распределения, называемая гистограммой распределения [5] и являющаяся оценкой плотности распределения вероятностей. Действительно, например, некоторая техническая система, предназначенная для построения гистограмм, «не знает», какой из двух сигналов — детерминированный, в форме синусоиды, или случайный, имеющий арксинусное распределение, подан на ее вход в данный момент времени. Поэтому результаты анализа этих сигналов будут тождественны, что и проиллюстрировано на примере рис.1.



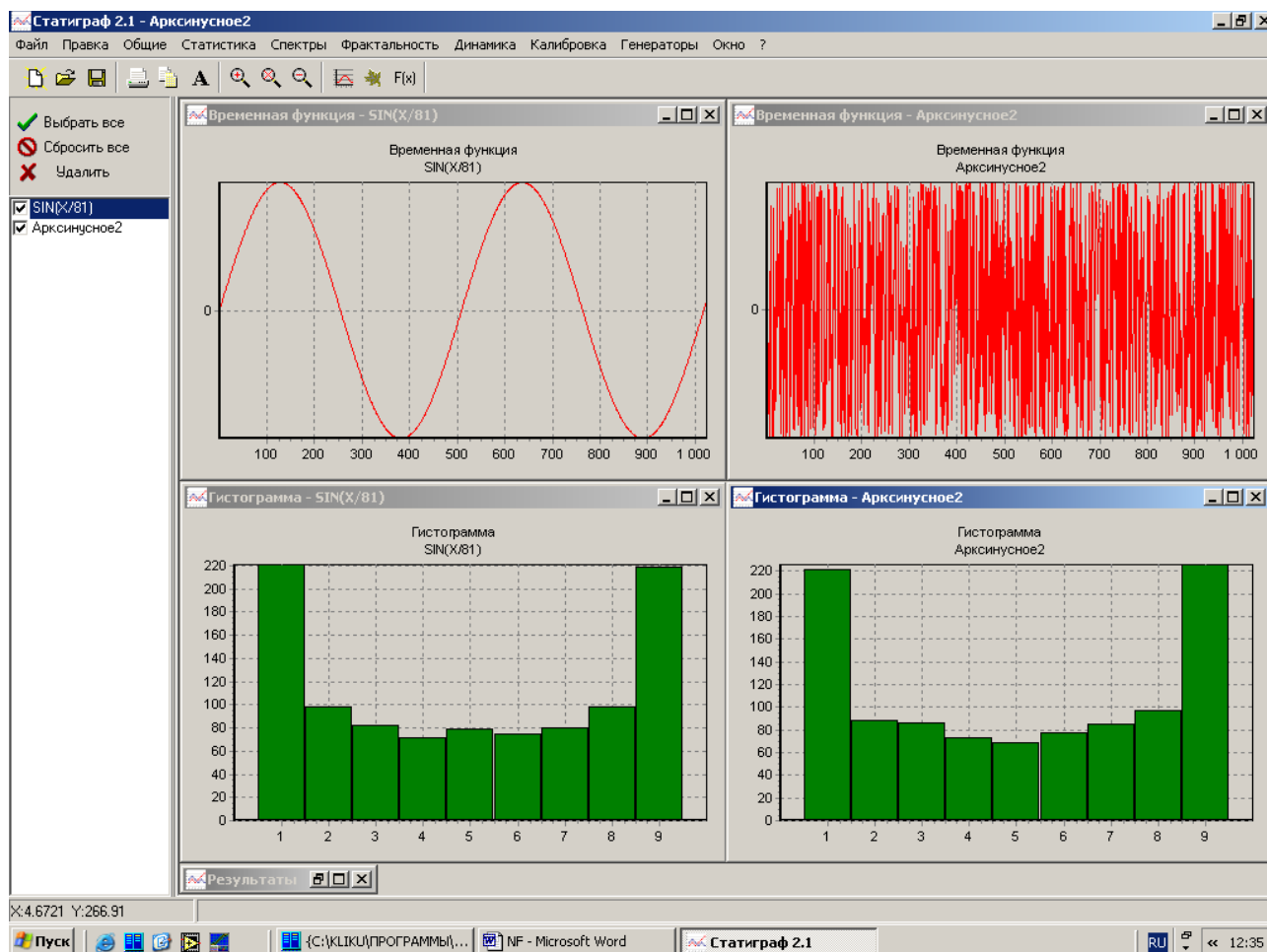


Рис. 1. Временные диаграммы периодического и случайного сигналов и их гистограммы распределений

2. Распространение хорошо известно в измерительной технике метода компарирования сигналов [6] на область статистического анализа. Так, например, существуют вольтметры переменного напряжения, принцип действия которых основан на компенсации термоэдс двух термопреобразователей, один из которых включен в цепь переменного тока, а другой — в цепь постоянного тока. Таким образом, двум совершенно различным по форме сигналам ставится в соответствие одинаковый эквивалент в виде температуры нагревательных элементов в месте спая термопар. По сравнению с другими вольтметрами переменного тока компараторные вольтметры являются более точными и широкополосными. Применительно к контексту решаемой задачи метод компарирования предлагается реализовать в соответствии с логической структурой:

$$[X(t)] \xrightarrow{IdP} [X_0(t+T, s)], \quad (1)$$

которая говорит о том, что неизвестный исследуемый сигнал  $X(t)$  может быть заменен детерминированным периодическим сигналом  $X_0(t+T)$ , вариационный параметр  $S$  которого позволяет получить одинаковый для обоих сигналов идентификационный параметр  $IdP$ , описывающий распределение амплитуд.

Рассмотрим технологию реализации указанных принципов применительно к ИШ (табл.1),

идентификационный параметр которой называется виртуальным объемом и определяется по формуле:

$$NF = \left(\frac{R}{S}\right)^2 = \frac{R^2 N}{\sum_{i=1}^N x_i - \langle x \rangle^2}, \quad (2)$$

где  $x_i = \{x_1, x_2 \dots x_N\}$  - выборка (ряд наблюдений сигнала);  
 $\langle x \rangle$  — среднее арифметическое значение ряда наблюдений;  
 $R$  — размах ряда наблюдений;  
 $S$  — среднеквадратическое отклонение ряда наблюдений.

Оценим основные свойства ИШ в отношении периодических сигналов.

1. Диапазон изменения идентификационного параметра  $NF$ .

Для упрощения вычислений были приняты следующие начальные условия: имеется такой ряд наблюдений детерминированного сигнала  $x_i = \{x_1, x_2 \dots x_N\}$ , что  $\langle x \rangle = 0$ , а максимальное и минимальное значения данного ряда равны соответственно:  $A, -A$  и временем наблюдения сигнала, равным  $T$ . В соответствии с начальными условиями формула (2) примет вид:

$$NF = \left( \frac{2A \cdot \sqrt{T}}{\sqrt{\sum_{i=1}^N x_i^2}} \right)^2. \quad (3)$$

Для того чтобы идентификационный параметр  $NF$  стал минимальным, необходимо чтобы знаменатель выражения (3) был максимальным. Этого можно достичь, если мгновенные значения ряда наблюдений будут принимать только максимальные или минимальные значения, то есть выражение (3) будет иметь вид:

$$NF_{\min} = \left( \frac{2A \cdot \sqrt{T}}{A\sqrt{T}} \right)^2 = 4.$$

Этому значению  $NF$  соответствует периодический сигнал типа меандр, имеющий двумодальное распределение амплитуд и показанный на рис.2.

Аналогично, чтобы идентификационный параметр  $NF$  стал максимальным, необходимо, чтобы знаменатель выражения (3) был минимальным. Для этого необходимо, чтобы мгновенные значения  $x_i$ , стремились к нулю, за исключением максимального и минимального значений ряда наблюдений. Тогда выражение (3) будет иметь вид:

$$NF_{\max} = \left( \frac{2A \cdot \sqrt{T}}{\sqrt{2A^2 + (T-2) \cdot (x \rightarrow 0)^2}} \right)^2 \approx \left( \frac{2A \cdot \sqrt{T}}{A\sqrt{2}} \right)^2 = 2T. \quad (4)$$

Из выражения (4) следует, что  $NF_{\max}$  будет тем ближе к  $2T$ , чем больше будут численные значения параметров  $A$  и  $T$  (рис. 3).

Таким образом, при анализе детерминированных сигналов идентификационный параметр  $NF$  может изменяться в диапазоне от 4 до  $2T$ , что подтверждают и результаты моделирования виртуального инструмента (ВИ), который осуществляет синтез детерминированных сигналов по заданному идентификационному параметру  $NF$ .

С лицевой панели ВИ задаются исходные данные синтезируемого сигнала: амплитуда сигнала, например 10, объем генерируемой выборки, например 500,

количество периодов сигнала, например 2, заданный  $NF$  показатель, например 4, относительная погрешность задания  $NF$  показателя, например 0,05 % и количество реализаций сигнала — 1. После запуска ВИ можно пронаблюдать временную функцию, гистограмму и амплитудно-частотную характеристику синтезированного сигнала и его  $NF$  показатель.

2. Положение реперных точек ИШ  $NF$ .

- Положение первой реперной точки с  $NF=4$ , соответствующее прямоугольному периодическому сигналу со скважностью, равной 2, было определено выше.

- Положение второй реперной точки с  $NF=8$ , соответствующее синусоидальной форме сигнала (рис.4), получается путем подстановки в (2)

$f(t) = A \cdot \sin\left(\frac{2\pi t}{T}\right)$  для промежутка времени от 0 до  $T$ ,

при дополнительном условии  $\varphi=0$ :

$$NF_{\sin} = \left( \frac{2A \cdot \sqrt{T}}{\sqrt{\int_0^T A^2 \sin^2\left(\frac{2\pi t}{T}\right) dt}} \right)^2 = \left( \frac{2A \cdot \sqrt{T}}{\sqrt{\frac{A^2 T}{2}}} \right)^2 = 8.$$

- Положение третьей реперной точки с  $NF=12$ , соответствующее треугольной форме сигнала,

представленной на рис. 5,  $f(t) = \frac{4At}{T}$  для промежутка времени от 0 до  $T/4$ :

$$NF_{tri} = \left( \frac{2A \cdot \sqrt{T}}{\sqrt{4 \int_0^{T/4} \left(\frac{4At}{T}\right)^2 dt}} \right)^2 = \left( \frac{2A \cdot \sqrt{T}}{\sqrt{\frac{A^2 T}{3}}} \right)^2 = 12.$$

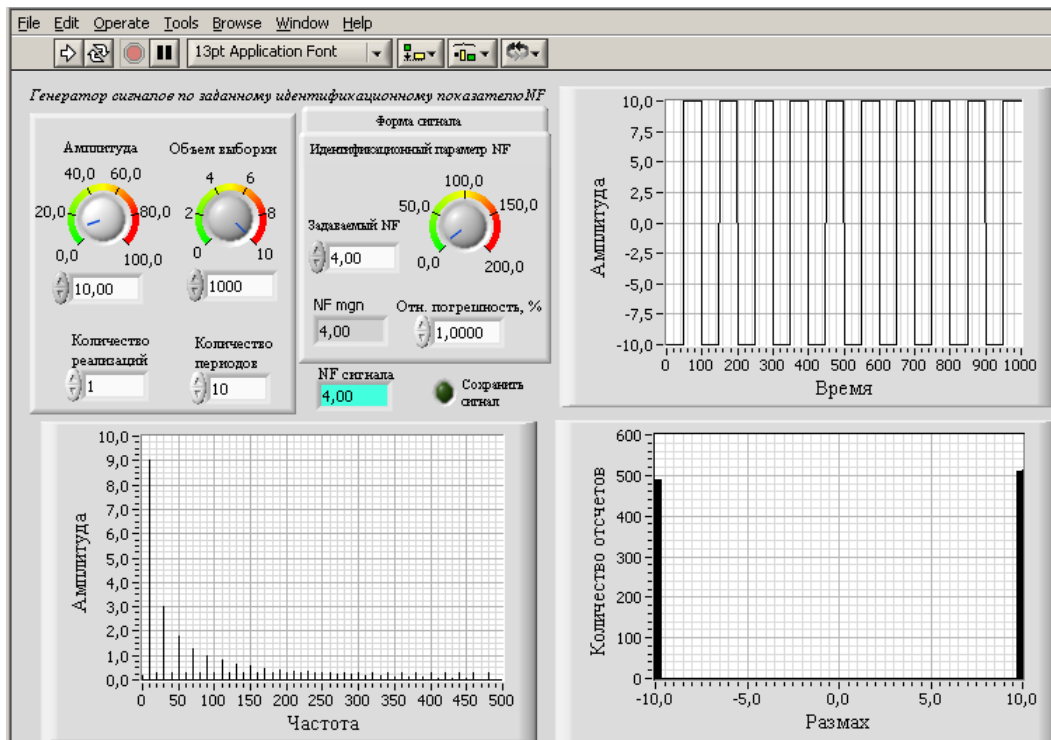


Рис. 2. Лицевая панель виртуального инструмента, отображающая периодический сигнал с идентификационным параметром  $NF = 4$

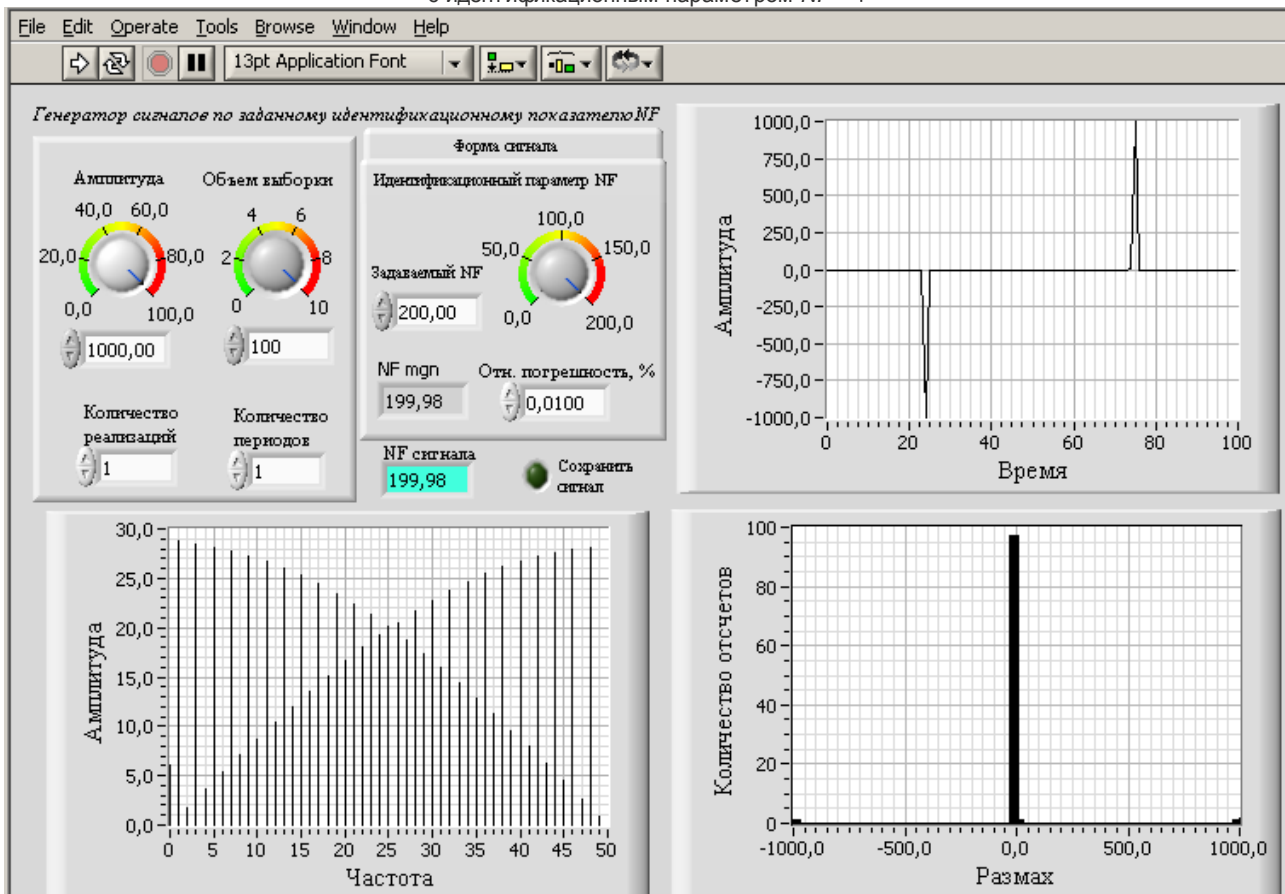


Рис. 3. Лицевая панель виртуального инструмента, отображающая сигнал с идентификационным параметром  $NF \approx 2T$

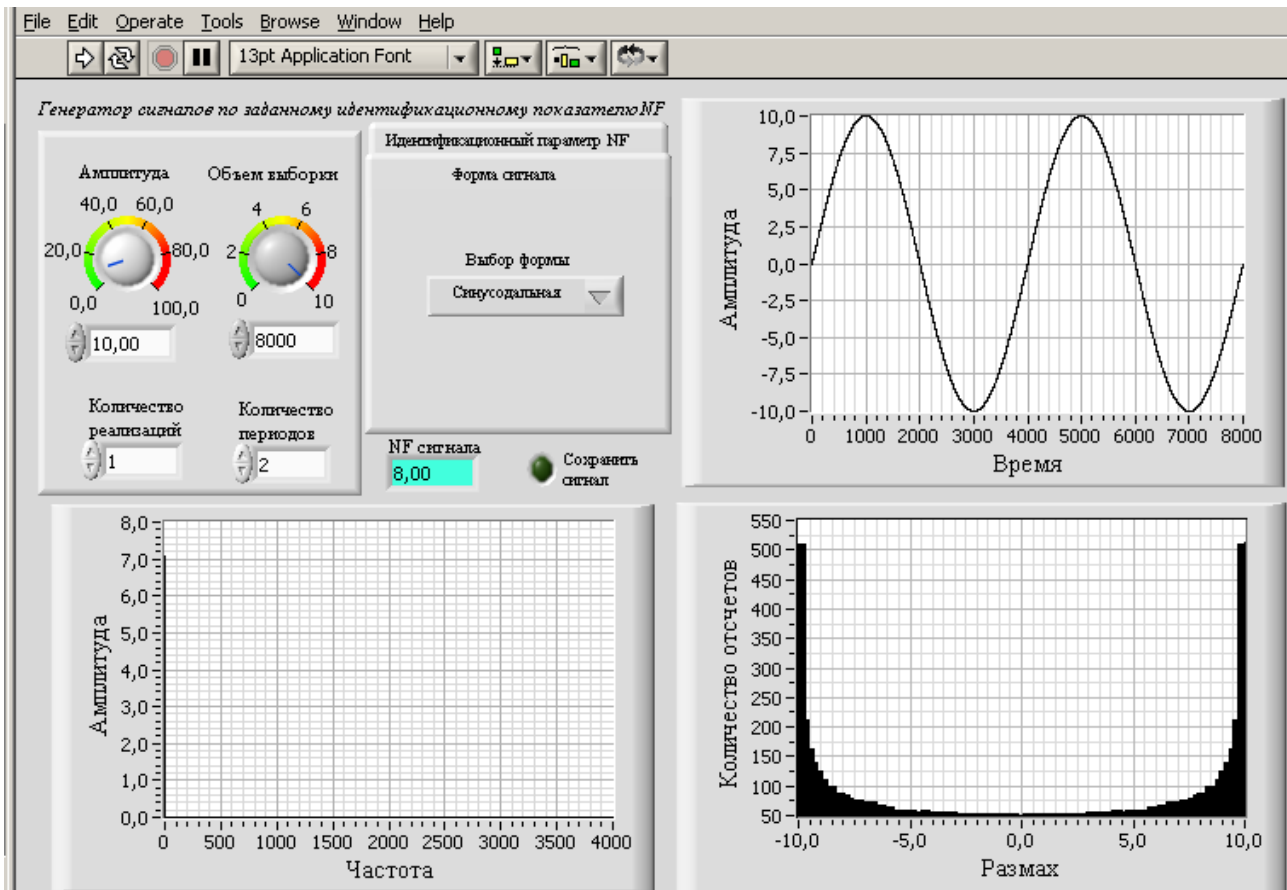


Рис. 4. Лицевая панель виртуального инструмента, отображающая периодический сигнал с идентификационным параметром  $NF = 8$

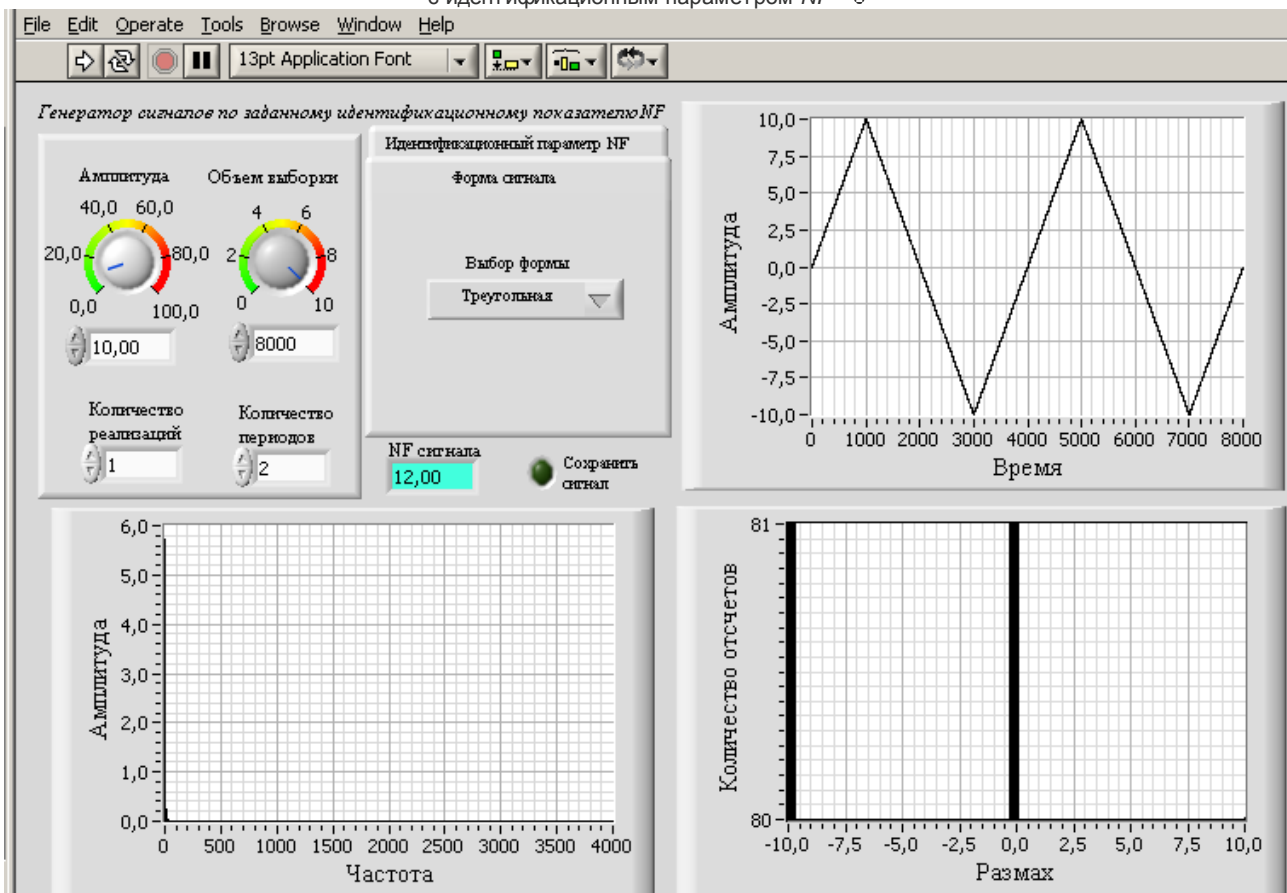


Рис. 5. Лицевая панель виртуального инструмента, отображающая периодический сигнал с идентификационным параметром  $NF = 12$

Представляет интерес нахождение положения реперных точек ИШ таких периодических сигналов, форму которых можно изменять вариацией одного-двух параметров.

К подобным сигналам относится, например, трапецидальный сигнал, изменением длительности фронтов которого можно варьировать форму сигнала от прямоугольной до пилообразной. Таким образом можно создавать новые реперные точки ИШ, лежащие в промежутке между двумя известными точками, и тем самым повышать разрешающую способность шкалы. В частности, представленный на рис. 6 трапецидальный сигнал при условии, что его фронт  $\tau_\phi = \frac{T}{6}$ ,  $f(t) = \frac{6At}{T}$  для промежутка времени от 0 до  $T/6$  и  $f(t) = A$  для промежутка времени от  $T/6$  до  $T/4$  имеет реперную точку с координатой:

$$NF_{trap} = \left( \frac{2A \cdot \sqrt{T}}{2 \cdot \sqrt{\int_0^{T/6} \left(\frac{6At}{T}\right)^2 dt + \int_{T/6}^{T/4} A^2 dt}} \right)^2 = \left( \frac{2A \cdot \sqrt{T}}{\sqrt{\frac{5A^2 T}{9}}} \right)^2 \approx 7,2.$$

По результатам проведенных расчетов можно однозначно сопоставить некоторые реперные точки ИШ  $NF$  для случайных и детерминированных сигналов. В табл. 2 представлены эти соответствия по идентификационному параметру  $NF$  в отношении распределений и форм сигналов.

Таблица 2

РЕПЕРНЫЕ ТОЧКИ ИШ  $NF$  ДЛЯ СЛУЧАЙНЫХ И ПЕРИОДИЧЕСКИХ СИГНАЛОВ

Реперная точка идентификационного параметра $nf$	Распределение случайного сигнала	Форма периодического сигнала
4	двумодальное	прямоугольная
8	арксинусное	синусоидальная
7,2	-	трапецидальная
12	равномерное	треугольная

### 3. Универсальный генератор отметок ИШ.

Представленные выше результаты исследования свойств ИШ  $NF$ -типа говорят о возможности создания универсального детерминированного генератора реперных точек шкалы. Базовым техническим решением в этом случае может служить самый простой генератор прямоугольных импульсов с регулируемой скважностью.

Для такого сигнала идентификационный параметр

$NF$  будет зависеть от скважности  $Q = \frac{T}{\tau_n}$ , где  $\tau_n$  — длительность импульса, и изменяться в диапазоне от 4 (при  $Q = 2$ ) до  $\frac{T^2}{T-1} \approx T+1$  (при  $Q = T$  или  $Q = \frac{T}{T-1}$ ):

$$NF_{pr} = \frac{Q^2}{Q-1}. \quad (5)$$

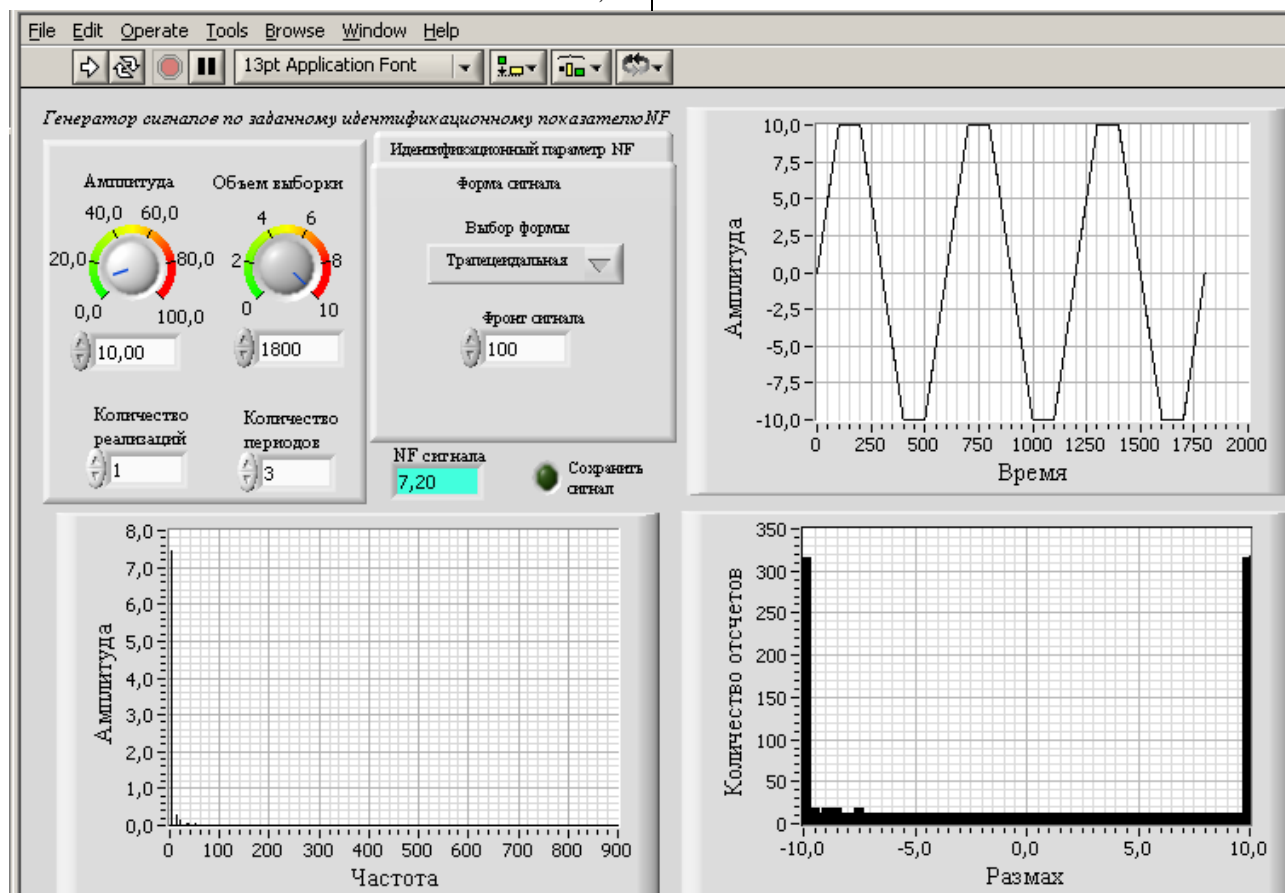


Рис. 6. Лицевая панель виртуального инструмента, отображающая периодический сигнал с идентификационным параметром  $NF = 7,2$

В соответствии с полученным выражением,  $NF_{min}=4$  при  $Q=2$  и  $NF_{max}=Q=2T=2N$  при  $Q \gg 1$ , где  $N$  — объем анализируемой выборки. Таким образом, данная формула покрывает полный диапазон значений идентификационного параметра для распределений амплитуд как периодических, так и случайных сигналов.

Методологическое значение формулы (5) состоит в том, что с ее помощью устанавливается универсальный принцип (1) компарирования стационарных случайных сигналов с произвольной формой распределения и периодических сигналов произвольной формы, где эталонным процессом

выступает периодическая последовательность прямоугольных импульсов, значение скважности которых выступает в качестве количественной меры. С познавательной точки зрения полученные результаты позволяют не только более глубоко понять «физический смысл» таких фундаментальных для науки понятий, как «случайность», «вероятность», но и сформулировать новые модели аналитического описания процессов, связанных с этими понятиями. Практическая значимость проведенных исследований связана с созданием простого, но точного инструмента для градуировки шкал статистических анализаторов.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кликушин Ю.Н. Классификационные шкалы для распределений вероятности: Интернет-публикация / ИРЭ РАН РФ // Журнал радиоэлектроники. 2000. №11 (ноябрь).
2. Кликушин Ю.Н., Рожкова Н.О. Измеритель отношения сигнал-шум: Свидетельство об отраслевой регистрации, №3127 / Министерство образования и науки РФ. ОФАП. М., 06.02.2004.
3. Гуменюк А.С., Данилюк Р.В., Кликушин Ю.Н., Виртуальный прибор для исследования эволюции аддитивной смеси сигнал-шум / ОмГТУ // Материалы 5-й МНТК «Динамика систем, механизмов и машин». Кн.1. Омск, 2004. С. 373-376.
4. Кликушин Ю.Н. Идентификационные шкалы: теория, технологии, системы: Дис. ... д-ра техн. наук. Омск: Омский государственный технический университет. 2000.
5. Куликов Е.И. Методы измерения случайных процессов. М.: Радио и связь, 1986. 272 с.
6. Основы электроизмерительной техники / Под ред. М.И. Левина. М.: Энергия, 1972. 544 с.

УДК 621.395.2

Б.Р. АМАНОВ  
А.Б. АЛИМБАЕВА

### Анализ рынка услуг телекоммуникаций Республики Казахстан

В Казахстане, как и во всем мире, наблюдается оживление сферы телекоммуникаций. Разрыв между нынешним (а тем более потенциальным) повышенным спросом на услуги телекоммуникаций и их предложением толкает телекоммуникационные компании искать пути решения не только в техническом, но и в сервисном аспекте. Таким образом, мировая тенденция превращения операторов в «мультисервисных операторов», которые предоставляют услуги фиксированной, мобильной связи, доступ к Интернет, интеллектуальным службам и целый ряд других видов инфотелекоммуникационных услуг с единой коммуникационной политикой, распространяется и на Казахстан. Сдерживающие факторы, такие как эксклюзивная лицензия на предоставление междугородной и международной связи ОАО «Казахтелеком» и ограничения в получении лицензии на предоставление услуг мобильной связи, не дают приобрести данной тенденции соответствующий размах, но борьба за клиентов, за будущую абонентскую базу идет полным ходом. Объем рынка услуг связи в 2002 году оценивается в размере 614-630 млн. долл. В сравнении с 2001 годом рост составил порядка 30 %. В таблице 1 приведена структура рынка услуг телекоммуникаций.

Местная связь	13,7 %
Междугородная связь	20,8 %
Международная связь — СНГ	17 %
Международная связь — ДЗ	8,9 %
Сотовая связь	27,5 %
Передачи данных и Internet	6,9 %
Прочие	4,7 %

Рассмотрим каждый сегмент рынка.

**Местная связь.** Услуги местных сетей телекоммуникаций (МСТ) в целом можно определить как базовую услугу, посредством которой возможна организация предоставления:

- услуг междугородной и международной телефонной связи;
- услуг доступа к сетям передачи данных;
- услуг доступа к ресурсам сетей связи других операторов;
- услуг доступа к интегрированным цифровым службам и платформам;
- услуг аренды каналов связи и линейно-кабельных ресурсов.

Темпы роста данного рынка невысокие — порядка 7-8 % в год. Местные сети телекоммуникаций в Казахстане в настоящее время нуждаются в динамичном развитии. Основная проблема заключается в том, что телекоммуникационное оборудование в республике, основанное на аналоговых системах, морально и физически устарело. К основным целям развития бизнеса в сфере

Таблица 1

#### СТРУКТУРА РЫНКА УСЛУГ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ

Всего:	100 %
--------	-------

предоставления услуг МСТ относятся: а) достижение точки финансовой безубыточности и самоокупаемости процессов производства, а также установленного уровня рентабельности; б) увеличение абсолютной величины доходов от предоставления услуг МСТ до 25 % от всех предоставляемых услуг [1]. В табл. 2 приведены наиболее крупные операторы, предоставляющие услуги местной связи в процентном соотношении к общему объему рынка [2].

Таблица 2

ОПЕРАТОРЫ УСЛУГ СВЯЗИ

<b>Всего:</b>	<b>100 %</b>
Казахтелеком	81 %
Арна	9,2 %
Транстелеком	3,9 %
Мунайтелеком	1,5 %
Эмбамунайгаз	1,2 %
Нурсат	0,9 %
КАСКОР-ТЕЛЕКОМ	0,7 %
СВИМ	0,6 %
КАЗТРАНКОМ	0,4 %
Остальные	1 %

**Междугородная и международная связь.**

Услуги междугородной и международной связи являются одними из основных услуг ОАО «Казахтелеком» и формирующими порядка трети его доходов.

Несмотря на то, что основная доля рынка международной связи принадлежит ОАО «Казахтелеком», ситуация по услугам международной связи не является благоприятной, что определяется следующими моментами:

- отрицательная тенденция динамики платного трафика и доходов;
- низкая доля ОАО «Казахтелеком» на сегменте корпоративных клиентов;
- потери трафика от деятельности IP-операторов.

Темпы роста умеренные (25 %), неравнозначные, имеют тенденцию к снижению, за счет звонков на сети GSM: междугородная — порядка 31 %; международная на страны СНГ — порядка 35 %; международная на страны ДЗ — максимум 5 % [3]. Поддержание высокой доли на рынке, а также темпов роста объемов продаж требует активной и систематизированной работы практически по всем аспектам деятельности. Рынок междугородной и международной связи, несмотря на эксклюзивные права ОАО «Казахтелеком», предоставлен значительным числом операторов. Число лицензий на услуги связи на начало 2003 года достигло 1000. В 2002 году было выдано 206 лицензий (рост на 11 %). Сохраняется высокий интерес к рынку телекоммуникаций со стороны операторов. В табл. 3 приведены количественные данные по выданным лицензиям в разрезе по услугам связи. Доля рынка основных конкурентов по услугам междугородной и международной связи отражена в табл. 4 и на рис.1.

Таблица 3

КОЛИЧЕСТВЕННЫЕ ДАННЫЕ ПО ЛИЦЕНЗИЯМ

<b>Всего:</b>	<b>2002г.</b>
---------------	---------------

Местная связь и связанные с нею	273	61
Спутниковая связь и аренда каналов	49	10
Передачи данных и Internet	155	44
Подвижная и пейджинг	187	25
Техническая эксплуатация	82	27
РВ и ТВ	221	39
Прочие	33	

Таблица 4

ДОЛЯ РЫНКА КОНКУРЕНТОВ УСЛУГ СВЯЗИ

<b>Всего:</b>	<b>100 %</b>
ОАО «Казахтелеком»	90,1 %
АО «Арна»	2,4 %
ЗАО «TNS-PLUS»	1,9 %
ОАО «ТРАНСТЕЛЕКОМ»	1,4 %
Astel	1,2 %
ЗАО «НУРСАТ»	1,0 %
ТОО «РАХАТ ТЕЛЕКОМ»	1,0 %
ОАО «KAZTRANSКОМ»	0,4 %
ТОО «SILK WAY TELECOM»	0,1 %

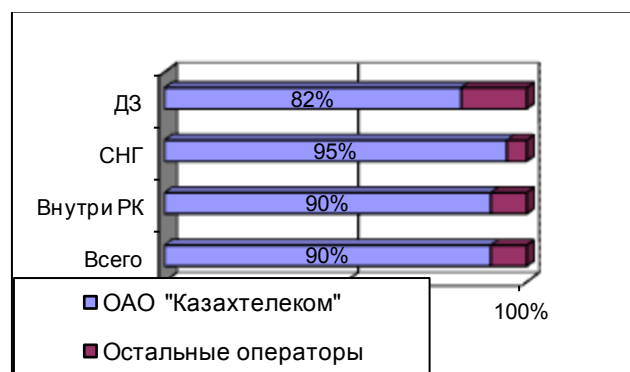


Рис. 1. Диаграмма рынка операторов связи

Анализ деятельности основных операторов услуг телекоммуникаций показывает, что проблемными для ОАО «Казахтелеком» являются следующие вопросы:

- развитие магистральных сетей прочих операторов (*KazTransCom*);
- рост активности операторов на рынке;
- дальнейшее развитие IP-телефонии;
- перспектива либерализации рынка;
- риски потери трафика, генерируемого сотовыми сетями (15 % трафика абонентов СТОП).

SWOT-анализ (табл.5) показывает нестабильность позиций ОАО «Казахтелеком» на рынке услуг междугородной и международной связи и необходимость срочных мер по ее улучшению, а также определяет основные направления по усилению сильных сторон и реализации возможностей, нейтрализации слабых сторон и угроз.

На основании вышесказанного, необходимо применение стратегии «поддержания уровня сбыта» [4]. Основными направлениями являются:

- ценовая конкурентоспособность;
- рост продаж за счет увеличения клиентской базы, качества услуг, понижения тарифов, продвижения и активизации продаж;
- повышение качества обслуживания клиентов.

Таблица 5

SWOT-АНАЛИЗ

<i>Сильные стороны</i>	<i>Слабые стороны</i>
1. Максимальная представленность услуги в рамках СТОП, т.н. «эффект масштаба»; 2. Известная торговая марка 3. Эксклюзив в области междугородней и международной связи 4. Исторически сложившаяся обширная клиентская база 5. Наличие постоянного спроса на услугу 6. Использование экономии на масштабах производства, ценовое преимущество 7. Высокое качество услуги	1. Слабая степень информированности потребителей в предложениях, тарифах и т.п. 2. Быстрое изменение технологий, сокращение жизненного цикла услуги; 3. Инертность в силу больших размеров компании 4. Слабое позиционирование услуги 5. Отсутствие продвижения услуги 6. Негибкая тарифная политика 7. Государственное регулирование тарифов 8. Отсутствие послепродажного сервиса
<i>Возможности</i>	<i>Угрозы</i>
1. Рост спроса на услугу 2. Рост на специализированных сегментах рынка 3. Доверие к статусу национального оператора, особенно корпоративных клиентов 4. Участие в развитии совместных сетей с другими компаниями 5. Расширение диапазона возможно новых услуг	1. Ожесточение конкуренции и либерализация рынка 2. Сильные конкуренты на высокоприбыльных сегментах рынка 3. Строительство магистральных сетей сторонними операторами 4. Негативный имидж ОАО «Казахтелеком» среди населения

Механизмы реализации настоящей стратегии можно классифицировать по 4 «Р» (Price, Promotion, Place, Product) комплекса маркетинга по их приоритетности (табл.6).

Таблица 6

МЕХАНИЗМ РЕАЛИЗАЦИИ СТРАТЕГИИ «ПОДДЕРЖАНИЯ УРОВНЯ СБЫТА»

<i>Комплекс маркетинга</i>	<i>Механизм</i>
Price (тарифы)	Обеспечение конкурентоспособности и доступности тарифов
Promotion (продвижение)	Активная массовая реклама. Персональная работа с крупными клиентами.
Place (каналы сбыта)	Персональная работа с клиентами
Product (услуги)	Увеличение числа ОТА (основной телефонный аппарат): - задействование имеющейся монтированной емкости - ввод дополнительной емкости для удовлетворения спроса Повышение качества услуг: - цифровизация сети - разблокировка телефонных линий Расширение спектра предоставляемых услуг.

Выбор данной стратегии обусловлен следующими факторами:

- рынок потребителей услуг международной связи уже сформировался: в большей мере происходит перетекание международного исходящего трафика от одних операторов к другим (а не появление новых клиентов);
- темпы роста объемов продаж на данном сегменте имеют тенденцию к снижению.

**Передача данных и Internet**

Рынок услуг Передачи Данных и доступа к глобальной Сети Интернет в настоящее время является одним из самых перспективных стратегических зон хозяйствования (СЗХ). В развитых

странах мира роль данного рынка из перспективной постепенно смещается в приоритетную среди совокупности рынков телекоммуникационных услуг. Постоянный мониторинг окружающей среды и посредством него адекватная оценка происходящего, после чего формирование собственных четко выраженных и реально достижимых целей, а также детально изложенный путь достижения (стиль поведения компаний) целей — есть комплексный подход, который при прочих равных условиях является серьезным конкурентным преимуществом. Темпы роста этого рынка высокие (32 %), однако имеют тенденцию к снижению. Дальнейшее развитие этого рынка прогнозируется горизонтальным — т.е. популяризация услуг Internet. Риски Казахтелеком — конкуренция со стороны таких операторов, как *DUCAT, Kamelko, KazTransCom, TNS-plus, Astel, Нурсат* (табл. 7).

Таблица 7

ОСНОВНЫЕ КОНКУРЕНТЫ ПО УСЛУГАМ ПД

<i>Всего:</i>	<i>100 %</i>
Казахтелеком	41,8 %
Astel	17,1 %
Нурсат	15,7 %
DUCAT (Арна, RATEL)	5,2 %
Кателко	5,1 %
ТОО «СА-ТЕЛКОМ»	4,2 %
ЗАО «TNS-PLUS»	4,2 %
ТОО «My Tell»	1,5 %
Прочие	5,3 %

Основные конкуренты проводят достаточно агрессивную политику роста путем диверсификации продуктов. Кроме того, ими создаются определенные усилия для уменьшения основных преимуществ ОАО «Казахтелеком». Это и создание своей городской телефонной сети (Нурсат), что дает проводить независимую политику продвижения массового доступа к сети Интернет, и создание собственных магистральных и местных сетей (КазТрансКом). К тому же есть удачные попытки конкурентов по оперативному внедрению современных технологий раньше «Казахтелекома». Одним из примеров можно привести предоставление доступа к Интернет и международным переговорам с помощью карточек I-Card (Нурсат).

Проводя анализ по услугам передачи данных, можно сделать вывод, что оптимальной стратегией является «стратегия лидерства по затратам». При работе по данной стратегии наблюдается стандартный набор продуктов. Это позволяет «отшлифовать» бизнес-процессы, оптимизировать имеющиеся ресурсы (людские, финансовые, временные) для максимального использования эффекта масштаба с тем, чтобы предлагать массовому потребителю достаточно качественный сервис по минимальным ценам.

В рыночном мире принято делить стиль поведения компаний на рынке на три основные концепции. Производственная концепция исходит из того, чтобы сделать понравившийся потребителям продукт доступным для широкого круга



потребителей. Концепция продажи исходит из того, что потребитель не будет покупать продукты организации в достаточном объеме, если она не будет принимать достаточных, порой агрессивных усилий по их продвижению и продаже. Концепция маркетинга — система основных идей, положений маркетинговой деятельности, которая исходит из того, что достижение целей организации зависит от того, насколько она успешно изучила запросы потребителей и удовлетворила их наиболее полно и эффективно по сравнению с конкурентами. Если оценивать казахстанский рынок передачи данных (ПД), то в силу технической ограниченности операторов до последнего времени (а в какой-то степени и сейчас) использовалась производственная концепция. Немало примеров, когда иностранные инвесторы в местах нефте- и газодобычи готовы пользоваться услугами ПД любого провайдера, имеющего возможность предоставлять их там. Сейчас на первый план встает концепция продажи, когда представить любой вид услуг ПД может любой оператор, поэтому требуется немало усилий «заманить» клиента к себе. Но основной концепцией опережения конкурентов является концепция маркетинга. Ограничиваться только сегодняшними потребностями потребителей нельзя, необходимо еще и предугадывать завтрашние.

**Операторы.** Рынок телекоммуникаций Республики Казахстан развивается быстрыми темпами в соответствии с мировыми тенденциями и имеет множество привлекательных ниш. Главным условием осуществления такой деятельности является только наличие лицензий на предоставление услуг связи, которой определяется статус оператора связи. ОАО «Казахтелеком» в качестве естественного

монополиста владеет крупнейшей сетью телекоммуникаций и выполняет функции по управлению сетями телекоммуникаций на территории Казахстана. Постоянно развиваемые технические возможности компании позволяют предоставлять широкий спектр телекоммуникационных услуг всем категориям пользователей, в том числе и операторам связи. Особенностью операторской деятельности является то, что практически все операторы связи своим целевым сегментом считают небольшое количество крупных высокодоходных клиентов. При этом лишь незначительная часть операторов работает на местной сети с рядовым потребителем, и это сложилось исторически. Работающих же на селе операторов связи — единицы. Это явилось причиной того, что ОАО «Казахтелеком» фактически работает в условиях жесткой конкуренции на высокодоходном сегменте рынка, и в то же время занимает высокие доли на сегментах рынка малорентабельных и убыточных услуг (рис.2). Необходимо также отметить, что значительную долю рынка составляют операторы сотовой сети стандарта GSM — Kcell и K-Mobile. На рис.3 показаны число пользователей и доходы вышеперечисленных операторов.

Таким образом, дополняя вышесказанное, можно отметить главные задачи по развитию операторской сети ОАО «Казахтелеком» на сегодняшний день: увеличение числа операторов местной сети телекоммуникаций — дистрибьюторов ОАО «Казахтелеком», предоставляющих услуги на сегменте рынка малорентабельных услуг с учетом увеличения доходов общества, и экономия затрат при взаиморасчетах с операторами сотовой сети стандарта GSM.

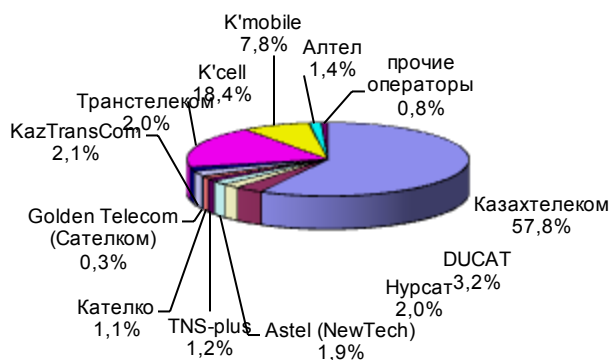


Рис. 2. Доли операторов связи

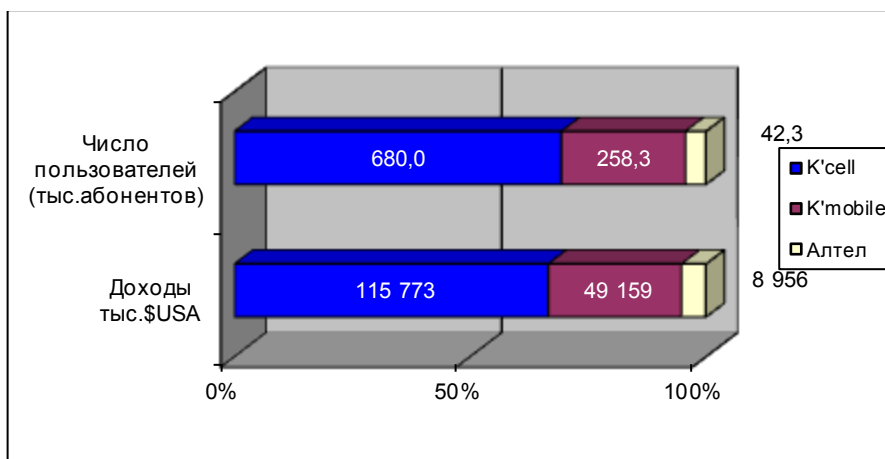


Рис. 3. Число пользователей и доходы операторов сотовой связи

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Микроэкономика: Учеб. пособие / Под ред. Н.И.Базылева, С.П.Гурко. Минск: БГЭУ, 2000.
2. Итоги 2001г. (обзор) // Вестник связи. №3-4. 2002.
3. Уровень жизни населения в Казахстане // Статистический сб. Алматы, 2001.
4. Кузеков А.С., Симонов С.Г. Экономические проблемы формирования и развития рынка телекоммуникаций: диагностика и прогноз. Тюмень: Издательство «Вектор Бук», 2002. 78 с.

УДК 621.34:621.771.23

*И.В. БРЕЙДО  
Е.В. КУНТУШ*

### Разработка математической модели электромеханической системы горизонтального петлевого устройства

Современные высокоскоростные линии обработки полосы требуют дополнительных устройств, создающих запас металла для обеспечения непрерывной работы линии. В цехах холодной прокатки полосы содержатся непрерывные линии травления, цинкования, электролитического лужения, отжига и резки. При непрерывном движении полосы с постоянной скоростью через технологическую часть линии возникает необходимость остановки головной или хвостовой части агрегата для сварки концов рулонов, вырезки сварного шва, установки рулона на разматыватель и снятия рулона с моталки после обработки на линии.

В настоящее время в головной и хвостовой частях агрегата устанавливаются устройства, обеспечивающие запас полосы на время сварки, а также установку и снятие рулона. Такими устройствами являются петлевые ямы со свободно провисающей петлей, вертикальные петлевые башни, горизонтальные петлевые тележки, кольцевые и спиральные накопители полосы.

Горизонтальные петлевые тележки устанавливаются при наличии длинной горизонтальной печи для отжига или длинных травильных ванн. Эти установки оправдывают себя, если они связаны с другими устройствами большой протяженности. Горизонтальные петлевые тележки характеризуются относительно малой высотой; требуется мало роликов при ходе тележки в несколько десятков метров; легко обеспечивается постоянство натяжения полосы. Недостатками таких устройств

являются: большая длина; сложная конструкция поддерживающих роликов, которые необходимо отводить в сторону при прохождении петлевой тележки; ограниченная скорость движения тележки; более сложное, чем в башенных устройствах, центрирование полосы.

Петлевые накопители горизонтального типа являются устройствами, состоящими из поступательно (тележки) и вращательно (барабаны, лебедки) движущихся масс, механическая связь между которыми осуществляется гибкими элементами (полосой, канатами). Динамика такой системы неблагоприятна и проявляется при постоянно повторяющихся режимах подачи и извлечения полосы. Рывки натяжения в ветвях полосы проявляются особенно в двигательном режиме при наборе полосы в петлевое устройство, а также в режиме задания пониженного натяжения в процессе сварки полосы в головной части агрегата, и являются одними из основных причин обрыва полосы или ее значительных вертикальных колебаний. Опасность обрыва полосы и связанного с ним длительного простоя сдерживает рост величины ускорения полосы и в конечном счете рост пропускной способности петлевого устройства, особенно для толстых полос. Колебания же полосы вызывают раскачивание агрегата, расположенного над накопителем, и сказываются неблагоприятно на работе всего агрегата в целом.

Решить эту проблему можно несколькими способами.

Первый вариант – заменить существующее петлевое устройство другим видом накопителя полосы [1]: петлевыми ямами, вертикальными петлевыми устройствами, кольцевыми или спиральными накопителями. Всем этим устройствам присущи свои достоинства и недостатки, но реализация данного варианта требует больших экономических затрат.

Существует также еще способ решения обозначенной проблемы: совершенствование системы управления электропривода, возможно с адаптивным подходом. Для осуществления поставленной задачи необходимо разработать модель электромеханической системы, особенностями которой являются изменение длины полосы, находящейся в петлевом накопителе, а следовательно, ее массы и жесткости, зазор, обусловленный провисанием полосы, а также провести структурно-параметрическую оптимизацию электропривода петлевого устройства.

Массы элементов и жесткости элементарных связей в кинематической цепи привода различны. Определяющее влияние на движение системы оказывают наибольшие массы и наименьшие жесткости связей. Поэтому одной из первых задач проектирования и исследования электроприводов является составление упрощенных расчетных схем механической части, учитывающих возможность пренебрежения упругостью достаточно жестких механических связей и приближенного учета влияния малых движущихся масс.

Моделирование петлевого устройства полосы во всех точках его работы является достаточно сложным, поэтому рассмотрим два крайних положения:

- 1) когда в накопитель полностью набрана полоса;
- 2) когда из накопителя полностью выбрана полоса.

Рассмотрим первый случай работы, когда в петлевом устройстве полностью набрана полоса (рис. 1).

Расчетная схема примет вид, приведенный на рис. 2.

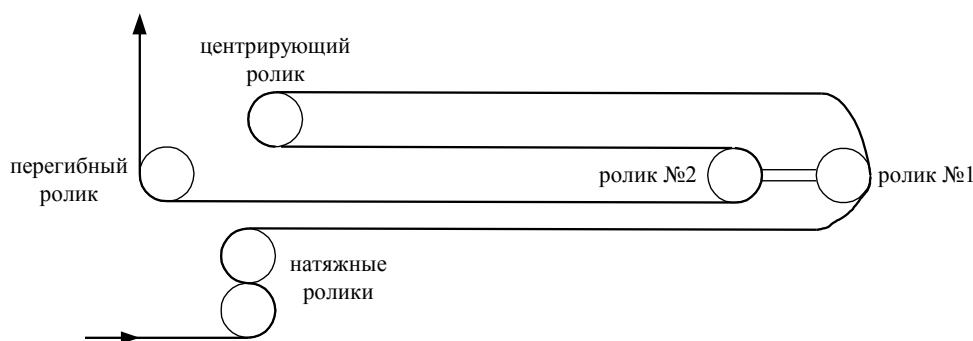


Рис. 1

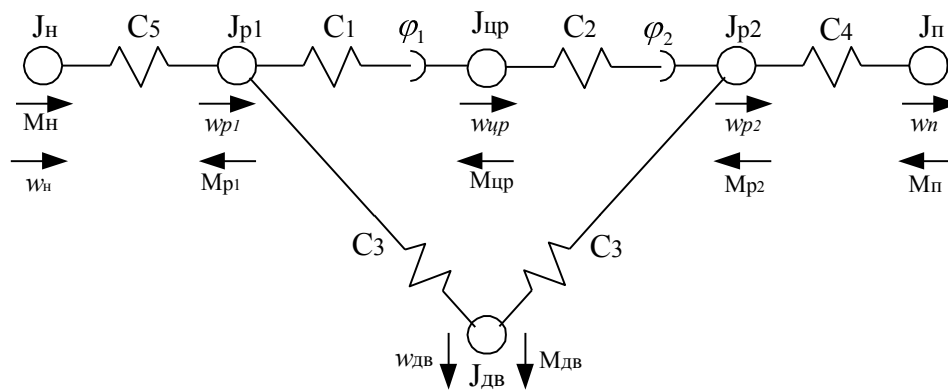


Рис. 2

Система уравнений для этого случая:

$$\begin{aligned} \dot{I}_i - \dot{I}_{12} &= J_i \frac{dw_i}{dt}, \\ M_{12} &= c_5(\varphi_i - \varphi_{\delta 1}), \\ \dot{I}_{12} - \dot{I}_{23} - \dot{I}_{56} &= J_{\delta 1} \frac{dw_{\delta 1}}{dt}, \\ M_{56} &= c_3(\varphi_{\delta 1} - \varphi_{\delta\delta}) \approx M_{67} = c_3(\varphi_{\delta 2} - \varphi_{\delta\delta}), \\ \begin{cases} M_{23} = c_1(\varphi_{\delta 1} - \varphi_{\delta\delta} \pm \varphi_1/2) & i \delta \delta \quad |\varphi_{\delta 1} - \varphi_{\delta\delta}| > \varphi_1/2, \\ \dot{I}_{23} = 0 & i \delta \delta \quad |\varphi_{\delta 1} - \varphi_{\delta\delta}| < \varphi_1/2, \end{cases} \\ \dot{I}_{23} - \dot{I}_{34} &= J_{\delta\delta} \frac{dw_{\delta\delta}}{dt}, \\ \begin{cases} M_{34} = c_2(\varphi_{\delta\delta} - \varphi_{\delta 2} \pm \varphi_2/2) & i \delta \delta \quad |\varphi_{\delta\delta} - \varphi_{\delta 2}| > \varphi_2/2, \\ \dot{I}_{34} = 0 & i \delta \delta \quad |\varphi_{\delta\delta} - \varphi_{\delta 2}| < \varphi_2/2, \end{cases} \\ \dot{I}_{34} - \dot{I}_{45} - \dot{I}_{67} &= J_{\delta 2} \frac{dw_{\delta 2}}{dt}, \\ M_{45} &= c_4(\varphi_{\delta 2} - \varphi_i), \\ \dot{I}_{\delta\delta} - \dot{I}_{56} - \dot{I}_{67} &= J_{\delta\delta} \frac{dw_{\delta\delta}}{dt}, \end{aligned} \quad (1)$$

где  $M_n, M_{\delta\delta}$  — моменты двигателей натяжного ролика, перегибного ролика и тележки петлевого устройства;

$J_n, J_{p1}, J_{p2}, J_{цр}, J_n, J_{\delta\delta}$  — моменты инерции натяжного ролика, ролика №1, ролика №2, центрирующего ролика, перегибного ролика, тележки петлевого устройства;

$c_1, c_2, c_4, c_5$  — жесткости упругих связей полосы между массами на соответствующих участках;  $c_3$  — жесткость упругой связи каната между барабаном тележки и тележкой петлевого устройства;

$\varphi_n, \varphi_{p1}, \varphi_{p2}, \varphi_{цр}, \varphi_n, \varphi_{\delta\delta}$  — вращательные перемещения натяжного ролика, ролика №1, ролика №2, центрирующего ролика, перегибного ролика, тележки петлевого устройства;

$\varphi_1, \varphi_2$  — зазоры;

$w_n, w_{p1}, w_{p2}, w_{цр}, w_n, w_{\delta\delta}$  — скорости вращения натяжного ролика, ролика №1, ролика №2, центрирующего ролика, перегибного ролика, тележки петлевого устройства;

$M_{12}, M_{23}, M_{34}, M_{45}, M_{56}, M_{67}$  — моменты упругих сил.

В данном случае можно пренебречь величиной  $c_3$  — жесткостью каната между барабаном тележки и тележкой петлевого устройства, т.к. длина каната при полностью набранном петлевом устройстве незначительна.

Рассмотрим второй случай работы, когда в петлевом устройстве полностью выбрана полоса (рис. 3).

Составим расчетную схему (рис. 4). При этом моменты инерции ролика №1, ролика №2 и центрирующего ролика объединим в один суммарный момент инерции, пренебрегая длиной, массой и жесткостью полосы между ними, т.к. в указанном положении длина полосы незначительна по сравнению с тем случаем, когда петлевое устройство полностью заполнено.

Система уравнений для этого случая примет вид:

$$\begin{aligned} \dot{I}_i - \dot{I}_{12} &= J_i \frac{dw_i}{dt}, \\ \dot{I}_{12} &= \tilde{n}_5(\varphi_i - \varphi_{\delta 1 + \delta\delta + \delta 2}), \\ \dot{I}_{12} - \dot{I}_{45} - \dot{I}_{56} &= (J_{\delta 1} + J_{\delta\delta} + J_{\delta 2}) \frac{dw_p}{dt}, \\ \dot{I}_{45} &= \tilde{n}_4(\varphi_i - \varphi_{\delta 1 + \delta\delta + \delta 2}), \\ \dot{I}_{56} &= \tilde{n}_3(\varphi_{\delta 1 + \delta\delta + \delta 2} - \varphi_{\delta\delta}), \\ \dot{I}_{\delta\delta} - \dot{I}_{56} &= J_{\delta\delta} \frac{dw_{\delta\delta}}{dt}. \end{aligned} \quad (2)$$

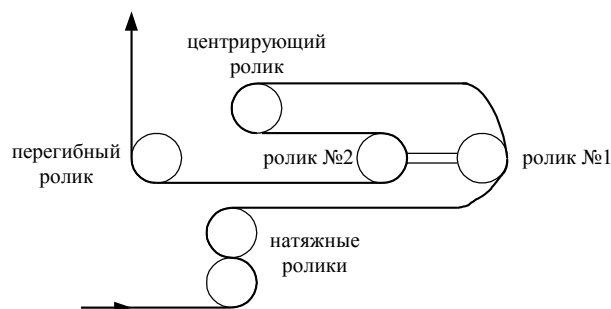


Рис. 3

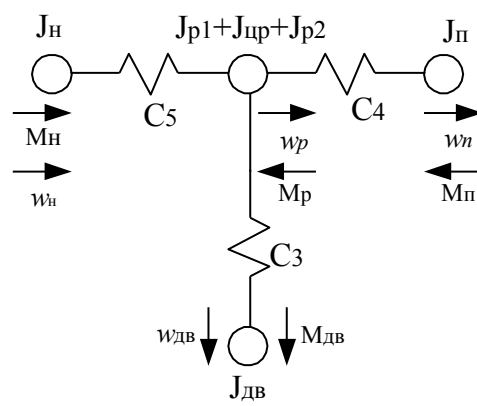


Рис. 4

При решении системы уравнений следует учитывать изменяющийся момент инерции стальной полосы вследствие изменения ее длины, а следовательно, и массы. Согласно принципу Релея [4], для учета кинетической энергии полосы при колебаниях системы достаточно к массе ролика добавить одну треть массы полосы.

Одной из главных особенностей данной системы является изменяющаяся жесткость стальной полосы вследствие изменения ее длины.

Жесткость приведенного вала

$$c = \frac{E_0 R}{li^2}, \quad (3)$$

где  $E_0$  — погонная жесткость цепи;

$R$  — радиус ролика;

$i$  — передаточное число между валом ролика и центром приведения.

Жесткость цепи, каната и других деталей, подвергающихся растяжению или сжатию:

$$c = \frac{GJ_0}{l}, \quad (4)$$

где  $J_0$  — момент инерции эквивалентного вала;  
 $G$  — модуль упругости при сдвиге.

Рассмотренная модель является исходной для дальнейших исследований и может быть использована для структурно-параметрической оптимизации.

Решение приведенных систем уравнений (1) и (2) возможно выполнить в прикладной программной среде MatLab.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Васильев А.Г. Накопители полосы агрегатов подготовки и отделки в цехах холодной прокатки в СССР и за рубежом. М.: НИИинформтяжмаш, 1972. 19 с.
2. Ключев В.И. Теория электропривода. М.: Энергоатомиздат, 1982. 560 с.
3. Башарин А.В., Новиков В.А., Соколовский Г.Г.. Управление электроприводами. Л.: Энергоиздат, 1982. 392 с.
4. Давыдов Б.Л., Скородумов Б.А. Статика и динамика машин в типичных режимах эксплуатации. М.: Машиностроение, 1976. 430 с.

УДК 658.5.011.0.56

*Е.В. АНДРЕЕВ  
 И.В. БРЕЙДО  
 А.А. КАЛИНИН  
 Н.А. МОРОЗОВА  
 Б.Н. ФЕШИН*

### Интегрированный научно-лабораторный комплекс «Современные технологии автоматизации»

Интегрированный научно-лабораторный комплекс «Современные технологии автоматизации» (ИНЛК СТА) создается для изучения студентами электротехнических специальностей дисциплин:

- теория автоматического управления;
- теория автоматизированного электропривода;
- компьютерные системы технологического контроля и управления;
- SCADA-системы;
- информационные технологии в автоматизации;
- электроника;
- промышленные контроллеры;
- микропроцессорные средства и системы;
- программное обеспечение микропроцессорных систем.

Физические стенды и виртуальные программные комплексы позволяют освоить современные технологии и элементы автоматизации, в том числе:

- промышленные контроллеры: LOGO!, TREI, ADAM, PLC, SIMATIC;
- инструментальные системы программирования контроллеров: ISAGraf, UltraLogik, Logo Soft Comfort;
- SCADA-системы: Genesis 32, Win-CC, Master-SCADA, TRACE Mode;
- системы автоматизированного контроля: программно-аппаратный комплекс «Электронный осциллограф»;
- компьютерные системы контроля и управления технологическими объектами — программно-аппаратный комплекс «ПАК-У»;
- компьютерные системы учёта электропотребления;
- микропроцессорные системы управления технологическими объектами;
- виртуальные аналоги микропроцессорных систем управления технологическими объектами;
- виртуальные лабораторно-практические комплексы по управлению мехатронными объектами.

В ИНЛК СТА (рис.1) установлены двенадцать персональных ЭВМ, комплект оборудования серии ADAM, промышленный контроллер TREI-5B-02, счётчики для учёта активной электрической энергии и специализированное программное обеспечение, реализующее упомянутые подсистемы.

По локальной сети Intranet университета ИНЛК СТА связан с лабораторным комплексом компьютерных систем (ЛККС) технологического контроля и управления [1], лабораторией автоматизированного электропривода (Л АЭП) и лабораторией компьютерных средств связи (ЛКСС).

Характеризуем технические и программные системы, имеющиеся в ИНЛК СТА.

Стенд № 1 содержит:

а) комплекс оборудования серии ADAM для технической реализации систем управления объектов, распределенных на большой площади;

б) РС-совместимый контроллер нового поколения TREI-5B-02, позволяющий осуществлять:

- обработку аналоговых, дискретных, частотно-импульсных сигналов;
- выдачу управляющих аналоговых и дискретных воздействий;
- поддержку интерфейса RS 232/485/ IR;
- работу в сетях LAN и Fieldbus;
- в) система контроля и учёта параметров электропотребления.

PC1 — это ПЭВМ с программным обеспечением компьютерной системы учёта электропотребления.

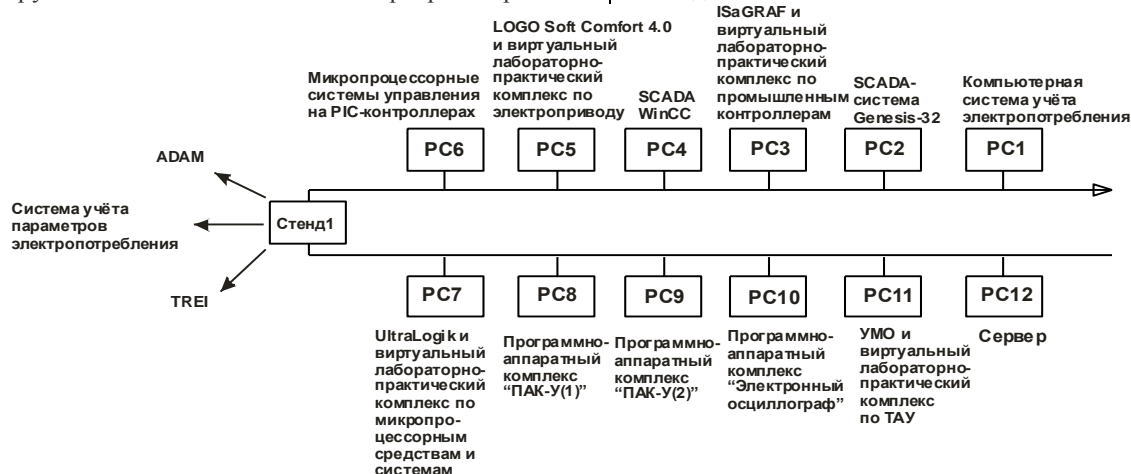
PC 2 — на этом компьютере установлено лицензионное программное обеспечение SCADA-системы GENESIS 32 v.6 [2], которое является набором 32-разрядных приложений в средах Windows 95, Windows 98 и Windows NT, построенных в соответствии со спецификацией OPC и предназначенных для создания программного обеспечения сбора данных и оперативного

диспетчерского управления верхнего уровня систем промышленной автоматизации.

PC3 — на этом компьютере установлена инструментальная система программирования

контроллеров ISaGRAF 3.4, содержащая следующие языки программирования (языки стандарта IEC1131 — 3): SFC — Sequential Function Chart —

Последовательные



PCi (i=1...12)-персональный компьютер;  
ЛККС-лабораторный комплекс компьютерных систем технологического контроля и управления;  
Л АЭП-лаборатория автоматизированного электропривода;  
ЛКСС-лаборатория компьютерных средств связи.

Рис. 1. Функциональная схема ИНПК СТА

Функциональные Схемы; FC — Flow Chart — Поточные Диаграммы; FBD — Functional Block Diagram — Функциональные Блочные Диаграммы); LD — Ladder Diagram (вводится с помощью редактора Quick LD) — Релейные Схемы; ST — Structured Text — Структурный Текст; IL — Instruction List — Список Инструкций.

PC4 — на этой ПЭВМ установлена открытая версия SCADA-системы Win CC фирмы SIEMENS. Система базируется на ОС Windows 95/98/NT. Предполагается использование SCADA-системы Win CC для работы с объектами автоматизированного электропривода, управляемыми контроллерами Simatic.

PC5 — лабораторно-практический комплекс «Промышленные контроллеры» и установленное на этом компьютере программное обеспечение LOGO! Soft Comfort позволяют осуществить: разработку и архивирование программ для логических модулей LOGO!; документирование программы LOGO!; моделирование работы программ LOGO!; выполнение программирования для LOGO! в режимах «on-line» и «off-line», а также дают возможность получить опыт в разработке систем логического управления на базе контроллеров LOGO!

PC6 — технологию разработки микропроцессорных систем управления на контроллерах семейства PIC16XX позволяет освоить виртуальный лабораторный практикум, установленный на этом компьютере.

PC7 — на этой ПЭВМ установлена лицензионная инструментальная среда программирования контроллеров серии ADAM и PLC — UltraLogik. В качестве основного языка программирования использует язык функциональных блок-диаграмм (из стандарта IEC-1131-3) Function Block Diagram (FBD).

PC8, PC9 — это универсальный программно-аппаратный комплекс для исследования систем управления технологическими объектами «ПАК-У». «ПАК-У» представляет собой компьютерную систему автоматического регулирования (САР) физического объекта, в качестве которого используется имитатор осветительной установки. Изучив принципы построения САР по инструкции к «ПАК-У» и освоив интерфейс оригинального программного обеспечения, студенты получают возможность исследовать и осуществить настройки САР осветительной установки с типовыми регуляторами (в рамках 14 лабораторных работ).

PC10 — компьютерная система автоматического контроля электротехнического объекта, исследуемая на PC10, состоит из физического имитатора объекта, программного обеспечения (ПО) «Электронный осциллограф» и платы устройства сбора данных (УСД). Плата УСД и ПО составляют программно-аппаратный комплекс фирмы «Руднев-Шиялев», являющийся виртуальным прибором на основе ПЭВМ.

PC11 — на ПЭВМ устанавливается виртуальный лабораторный комплекс по управлению мехатронными объектами — «Виртуальный робот». Комплекс позволяет изучить принципы проектирования и эксплуатации роботов-манипуляторов (их виртуальных аналогов) при различных способах задания координат элементов робота и объекта, на который воздействует робот.

PC12 — файл-сервер ИНПК СТА, содержащий систему управления базами данных (СУБД) лаборатории и специальное программное обеспечение, осуществляющее управление.

Структура первой очереди ИНПК СТА включает все системы, изображенные на рис. 1. Кроме них на отдельных ПЭВМ будут установлены виртуальные

лабораторные практикумы по упомянутым выше дисциплинам.

Вторую очередь ИНЛК СТА (рис.2) предполагается конструировать на основе локальной оптоволоконной сети КарГТУ. С помощью этой сети будет осуществляться связь с лабораторным комплексом компьютерных систем (ЛККС), а также с другими системами управления и контроля, такими как лаборатория автоматизированного электропривода, лаборатория микропроцессорных систем управления, лаборатория компьютерных средств связи кафедры ТСС, лабораториями кафедры информационно-измерительной техники.

ИНЛК СТА позволяет изучать и исследовать не реальные объекты, а их виртуальные аналоги. Возможно несколько вариантов реализации подобных систем. Первый вариант предполагает разработку в среде какой-либо SCADA-системы программного аналога технологической схемы объекта управления и контроля. «Оживление» элементов объекта технологической схемы, при условии отсутствия физического объекта, осуществляется с помощью математических моделей этих элементов, программный аналог которых может быть реализован на средствах ППП MATLAB 6.1.

В этом случае необходимо организовать программный интерфейс между SCADA-системой и ППП MATLAB 6.1. Аналоги подобных разработок рассматривались в работах Р. Ахметсафина, Р. Ахметсафиной, А.К. Гульязева [3,6]. Подобная виртуальная динамическая система будет избыточной

по своим возможностям, так как использование ППП MATLAB 6.1 для моделирования САР потребует применения только подсистемы Simulink и использование данного ППП будет осуществляться не более чем на 10–15 %.

Во втором варианте программный аналог модели объекта предполагается реализовать путём создания оригинального специализированного программного продукта для конкретного класса объектов, имеющих постоянные времени в диапазоне 5–100 с и описываемых дифференциальными уравнениями 5–10 порядка.

Численные методы решения дифференциальных уравнений, широко применяемые в пакетах имитационного моделирования, предполагают, что исходная система уравнений записывается или преобразуется к системе уравнений в форме Коши. Тогда для реализации виртуальной динамической системы исследования промышленных объектов необходимо иметь:

- программный аналог промышленного объекта в среде SCADA-системы;
- программу решения системы уравнений, описывающей динамическую модель объекта;
- программные средства для реализации интерфейса между программным аналогом и программой решения системы уравнений.

На рисунках 3 и 4 приводятся блок-схемы алгоритмов работы виртуальной динамической системы в первом и втором вариантах.

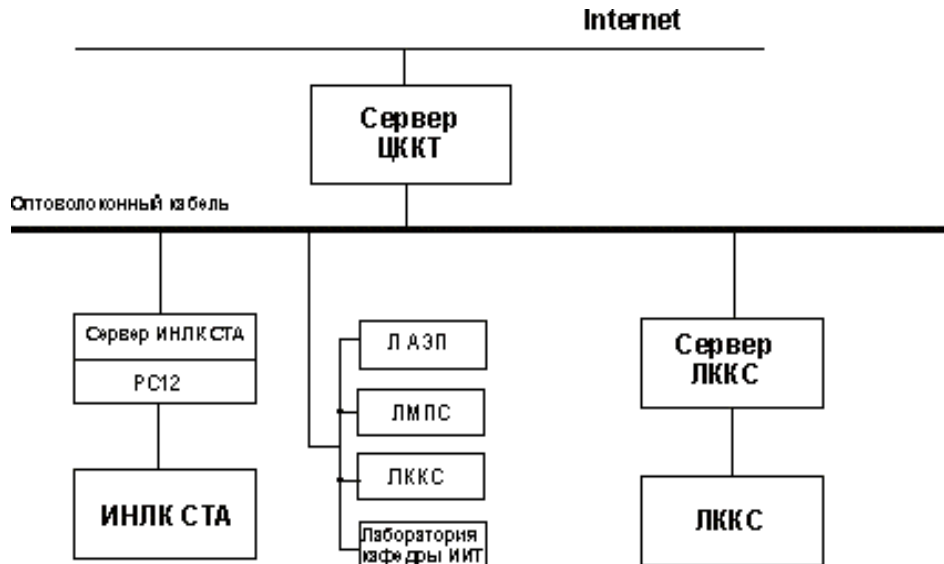


Рис. 2. Структурная схема ИНЛК СТА через сеть Intranet КарГТУ

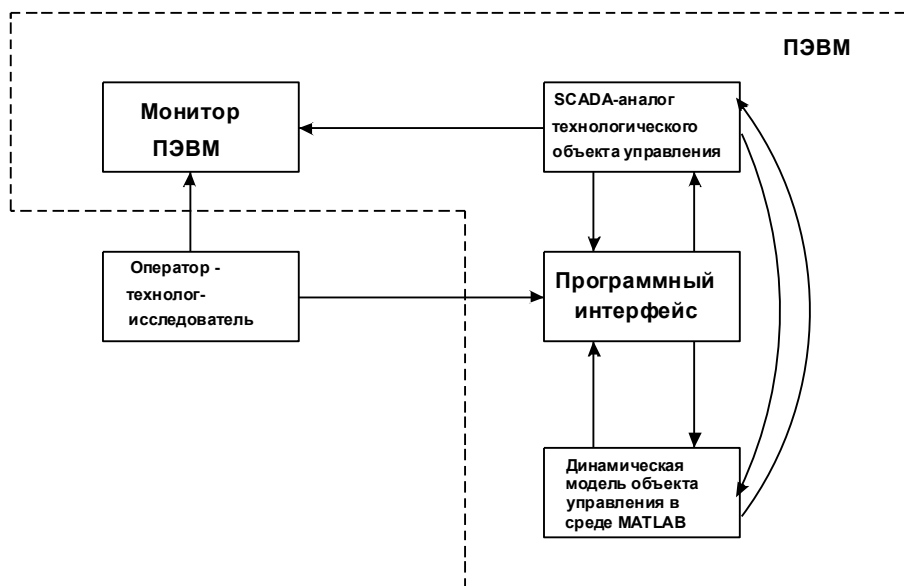


Рис. 3. Функциональная схема виртуального имитатора по первому варианту



Рис. 4. Функциональная схема виртуального имитатора по второму варианту

Для построения виртуальных имитаторов необходимо создать ряд условий. Наиболее важным условием является осуществление работы между системами в режиме реального времени. Математическую модель технологического объекта управления, или системы управления технологическим объектом в виртуальном имитаторе, предлагается представлять в форме Коши:

$$\dot{X}(t) = A \cdot X(t) + B \cdot u(t) + F \cdot f(t), \quad (1)$$

где  $x(t)$  — вектор координат пространства состояний технологического объекта управления или системы управления (размером  $N$ );  
 $u(t)$  — вектор управляющих воздействий размером  $M$ ;  
 $f(t)$  — вектор возмущающих воздействий размером  $N_f$ ;  
 $A$  — квадратная матрица коэффициентов размером  $N \times N$ ;  
 $B, F$  — прямоугольные матрицы коэффициентов

соответствуют размерам  $N \times M$  и  $N \times N_f$ .

Для моделирования динамических процессов технологического объекта или системы управления разработано специализированное программное обеспечение (СПО) в среде VBA, реализующее численный метод интегрирования Рунге-Кутты четвертого порядка для уравнения (1).

Блок-схема СПО представлена на рис. 5.



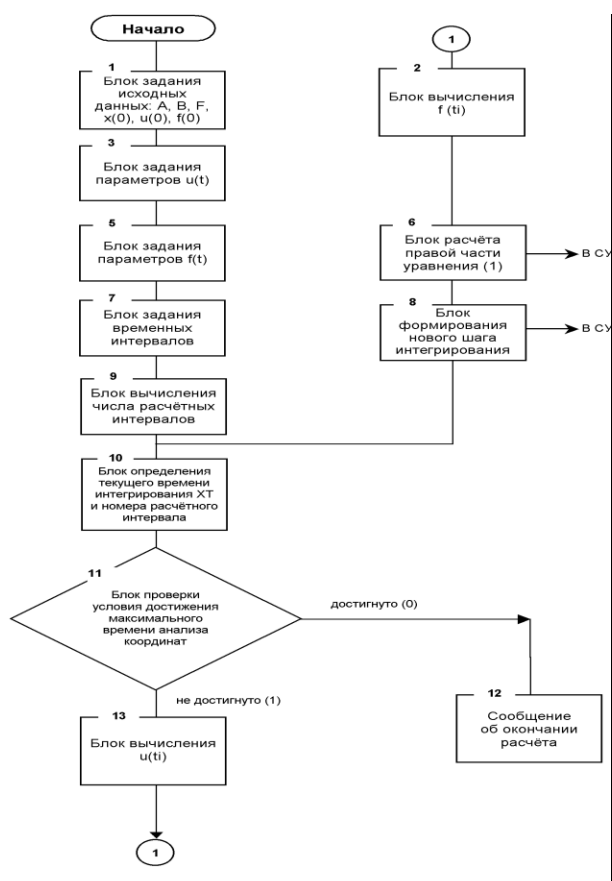


Рис. 5. Блок схема программы расчёта модели (1) в структуре виртуального лабораторного комплекса

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Брейдо И.В., Фешин Б.Н. Межкафедральный виртуально-аппаратный лабораторный комплекс компьютерных систем технологического контроля и управления // Труды университета. 2004. №4. С. 9.
2. Ахметсафин Р., Ахметсафина Р., Курсов Ю. Разработка тренажёров и отладка проектов АСУ ТП на базе пакетов MMI / SCADA. СТА. 1998. №3. С. 38-41.
3. Козуряк А.Е., Рудаков В.В. Современное и перспективное алгоритмическое обеспечение частотно-регулируемых приводов. СПб., 2004. 128 с.
4. Брейдо И.В., Фешин Б.Н. Имитационное моделирование и параметрическая оптимизация АЭП. Караганда, 2003.
5. Гульятёв А.К. Имитационное моделирование в среде Windows: Практическое пособие. СПб.: КОРОНА принт, 1999. 288 с.

## РЕЗЮМЕ

УДК 378.1:658.652(574). Г.Г. ПИВЕНЬ. **О внедрении системы менеджмента качества в вузах.**

*Рассмотрены концептуальные подходы для успешного функционирования системы менеджмента качества в вузах.*

УДК 378.146(574). А.З. ИСАГУЛОВ, Ю.Н. ПАК, В.С. ПОРТНОВ, А.А. СМОЛЬКИН. **Разработка системы рейтинговой оценки деятельности профессорско-преподавательского состава, кафедр и факультетов.**

*Разработана система рейтинговой оценки деятельности ППС, включающая основные этапы разработки, наиболее значимые разделы, показатели и критерии деятельности, алгоритмы ввода исходных данных и расчеты рейтинга.*

УДК 37.01:004. А.М. ЛАМЗИНА, Н.Г. СУХОВА, Л.И. ФЕДОРАШКО. **Применение компьютерных технологий для усиления эффективности коррекционного воздействия в раннем возрасте.**

*Приведены результаты применения компьютерных технологий в раннем возрасте для усиления эффективности коррекционного воздействия на процесс подготовки к типовым технологиям информационного обучения.*

УДК 658.5.011.0.56. А.А. ГОРЕВАЯ, Г.И. ПАРШИНА, Б.Н. ФЕШИН. **Виртуальный лабораторный комплекс для исследования систем управления электроприводами.**

*Приводятся принципы и алгоритмы построения лабораторного виртуального комплекса (ЛВК) для исследования систем управления электроприводами (СУЭ). Для 14 различных СУЭ в ЛВК разработаны виртуальные аналоги, представляющие практический и научный интерес.*

УДК 622.013.3(574.31). А.С. САГИНОВ, Л.И. ШУЛЯТЬЕВА. **Анализ состояния и перспективы развития шахтного фонда Карагандинского бассейна.**

*Рассматривается состояние шахтного фонда Карагандинского бассейна, дается обоснование перспектив роста угледобычи с точки зрения технико-технологического потенциала шахт.*

УДК 622.278. А.В. ЖИВАЕВА. **О контроле положения огневых забоев при подземном сжигании угля.**

*Сделан обзор возможных способов контроля огневого забоя при подземном сжигании угля. Предложен экспериментально-аналитический метод, основанный на измерении температуры пород между пластырями и решении соответствующей тепловой задачи.*

УДК 622.284.74.600.22-419.8. А.К. АКИМБЕКОВ, Р.К. КАМАРОВ, П.П. ОЛЕНЧЕНКО. **Влияние анкерного крепления на геомеханическое и газовое состояние массива, прилегающего к пластовой выработке.**

*Рассмотрено влияние анкерного крепления на геомеханическое и газовое состояние угольного массива. Установлено, что использование анкерного крепления при проведении подготовительной выработки приводит к снижению абсолютного газовыделения в выработку, исключению*

ЭОЖ 378.1:658.652(574). Г.Г. ПИВЕНЬ. **Жоғары оқу орындарында сапа менеджменті жүйесін ендіру туралы.**

*Жоғары оқу орындарында сапа менеджменті жүйесінің табысты жұмыс істеуі үшін тұжырымдалмалық көзқарастар қарастырылған.*

ЭОЖ 378.146(574). А.З. ИСАГУЛОВ, Ю.Н. ПАК, В.С. ПОРТНОВ, А.А. СМОЛЬКИН. **Профессорлық-оқытушылар құрамының, кафедралар мен факультеттердің қызметін рейтингтік бағалау жүйесін әзірлеу.**

*ПОҚ қызметін рейтингтік бағалау жүйесі әзірленген, оған әзірлеудің негізгі кезеңдері, аса маңызды бөлімдер, қызметтің көрсеткіштері мен критерийлері, алғашқы деректерді енгізу алгоритмдері және рейтингті есептеу кереді.*

ЭОЖ 37.01:004. А.М. ЛАМЗИНА, Н.Г. СУХОВА, Л.И. ФЕДОРАШКО. **Түзету әсерінің тиімділігін күшейту үшін компьютерлік технологияларды ерте жаста қолдану.**

*Ақпараттық оқытудың типтік технологияларына дайындау процесіне түзету әсерінің тиімділігін күшейту үшін компьютерлік технологияларды ерте жаста қолдану нәтижелері келтірілген.*

ЭОЖ 658.5.011.0.56. А.А. ГОРЕВАЯ, Г.И. ПАРШИНА, Б.Н. ФЕШИН. **Электр жетектерін басқару жүйелерін зерттеуге арналған виртуальды зертханалық кешен.**

*Электр жетектерін басқару жүйелерін зерттеу үшін зертханалық виртуальды кешенді (ЗВК) құру принциптері мен алгоритмдері келтірілген. Әр түрлі 14 ЭБЖ үшін ЗВК-да практикалық және ғылыми қызығушылықты білдіретін, виртуальды ұқсастықтар әзірленген.*

ЭОЖ 622.013.3(574.31). Ә.С. САҒЫНОВ, Л.И. ШУЛЯТЬЕВА. **Қарағанды бассейнінің шахталық қорын дамыту жағдайы мен келешегін талдау.**

*Қарағанды бассейнінің шахталық қорының жағдайы қарастырылады, шахталардың техника-технологиялық потенциалы көзқарасынан алғанда көмір өндірімін арттыру келешегіне негіздеме беріледі.*

ЭОЖ 622.278. А.В. ЖИВАЕВА. **Көмірді жер астында жағу кезінде отты забойлардың жағдайын бақылау туралы.**

*Көмірді жер астында жағу кезінде отты забойды бақылаудың мүмкін болатын тәсілдеріне шолу жасалған. Қат арасындағы тау жыныстарының температурасын өлшеуге және сәйкес жылулық есебін шешуге негізделген, эксперименттік-аналитикалық әдіс ұсынылған.*

ЭОЖ 622.284.74.600.22-419.8. Ә.Қ. ӘКІМБЕКОВ, Р.К. ҚАМАРОВ, П.П. ОЛЕНЧЕНКО. **Анкерлік бекітудің қаттық қазбаға жататын массивінің геомеханикалық және газ күйіне әсер етуі.**

*Анкерлік бекітудің көмір массивінің геомеханикалық және газ күйіне әсер етуі қарастырылған. Даярлау қазбасын жүргізу кезінде анкерлік бекітуді пайдаланудың, қазбаға абсолютті газ бөлінуінің азаюына, қаттық лақтырыс қауіптілігі дәрежесінің қауіпті мәндерінің айқындалуын болдырмауға, бұрғылау жұмыстары көлемінің едәуір төмендеуіне, қазба-*

UDC 378.1:658.652(574). G.G. PIVEN. **About Introducing Quality Management System into Higher Educational Establishments.**

*Conceptual approaches to the successful functioning of the quality management system in higher educational establishments have been considered.*

UDC 378.146(574). A. Z. ISAGULOV, Yu. N. PAK, V. S. PORTNOV, A. A. SMOLKIN. **Developing System of Rating Estimation of Teachers' Staff, Departments and Faculties Activities.**

*The system of rating estimation of the teachers' staff activity including the basic stages of the development, the most essential parts, indices and criteria of activity, the algorithm of the initial data input and the rating calculations have been worked out.*

UDC 37.01:004. A. M. LAMZINA, N. G. SUKHOVA, L. I. FEDORASHKO. **Applying Computer Technologies to Increase Effectiveness of Correcting Effect at Early Age.**

*The results of applying computer technologies at the early stage to increase the effectiveness of correcting effect on the process of training for standard technologies of information education have been given.*

UDC 658.5.011.0.56. A. A. GOREVAYA, G. I. PARSHINA, B. N. FESHIN. **Virtual Laboratory Complex for Investigating Electric Drive Control Systems.**

*Principles and algorithms of constructing a virtual laboratory complex (VLC) to investigate electric drive control systems (EDCS) are given. Virtual analogs have been developed for 14 analogues different VLCs in EDCSs representing practical and scientific interests.*

UDC 622.013.3(574.31). A. S. SAGINOV, L. I. SHULYATYEVA. **Condition Analysis and Prospects of Developing Mines Fund of Karaganda Coal-Field.**

*The Karaganda coal-field mines fund condition is considered; the substantiation of prospects of increasing coal output is given in terms of the technical-and-technological potential of the mines.*

UDC 622.278. A. V. ZHIVAYEVA. **About Fire Face Condition Control in Underground Coal Burning.**

*The review of possible ways of controlling a fire face on underground coal burning has been carried out. An experimental-and-analytical method based on measuring the interlayer space rock temperature and solving the appropriate thermal problem has been suggested.*

UDC 622.284.74.600.22-419.8. A. K. AKIMBEKOV, R. K. KAMAROV, P. P. OLENCHENKO. **Influencing Roof Supports on Geomechanical and Gas Conditions of Mass Adjoining Bedded Working.**

*The influence of roof supports on the*

проявлений опасных значений степени выбросоопасности пласта, значительно снижению объемов буровых работ, снижению трудоемкости и затрат на проходку выработки.

ны үңгілеуге жұмсалатын шығындардың және еңбек сыйымдылығының азаюына әкеліп соғатыны анықталған.

geomechanical and gas conditions of a rock mass has been considered. It has been stated that using roof supports in driving a development working results in decreasing the absolute gas emission into the working, excluding the manifestation of dangerous values of the degree of a layer outburst risk, considerably lowering the drilling operations capacity, decreasing the labour input and the working driving expenditures.

УДК 622.831.3:622.281(574:32). А.Е. МАГЗУМОВ. Анализ отслоений кровли на рудниках корпорации «Казахмыс» по Жезказганскому региону.

Произведен статический анализ отслоений пород кровли на шахтах Жезказганского месторождения. Выявлено, что основная доля отслоений происходит на закрепленных участках кровли. Для предотвращения отслоений предложено усовершенствовать способы крепления кровли.

ӘОЖ 622.831.3:622.281(574:32). А.Е. МАГЗУМОВ. Жезқазған аймағы бойынша «Қазақмыс» корпорациясының кеніштерінде төбенің қабыршықтана бөлінуін талдау. Жезқазған кен орнының шахталарында төбенің тау жыныстарының қабыршықтана бөлінуін статикалық талдау жүргізілген. Қабыршықтана бөлінудің негізгі үлесі төбенің бекітілген учаскелерінде өтетіні айқындалған. Қабыршықтана бөлінуі болдырмау үшін төбені бекіту тәсілдерін жетілдіру ұсынылған.

UDC 622.831.3:622.281(574:32). A.E. MAGZUMOV. Analysis of Roof Separation in Collieries of Corporation «Kasakhmis» throughout Zhezkazgan Region. The statistical analysis of rock roof separations in the mines of Zhezkazgan deposit has been carried out. It has been disclosed that the main proportion of separations occurs on the supported areas of the roof. To prevent separation it has been suggested to improve the ways of supporting a roof.

УДК 553.81. Т.В. КРЯЖЕВА. Алмазоносность геологических формаций Бозшасорской площади. Излагаются результаты обобщения полевых исследований по алмазности геологических формаций Ерментау-Ниязского антиклинария.

ӘОЖ 553.81. Т.В. КРЯЖЕВА. Бозшасор алаңының геологиялық формацияларының алмастылығы. Ерментау-Нияз антиклинорийінің геологиялық формацияларының алмастылығын дала жағдайларында зерттеуді жинақтап қорытудың нәтижелері баяндалады.

UDC 553.81. T.V. KRYAZHEVA. Diamond Content of Geological Formations of Bozshasorsky Area. The results of generalizing field investigations on the diamond content of the geological formations of the Yermentau-Niyaz anticlinor are stated.

УДК 621.311.22. Н.К. ЦОЙ. Исследование эффективности работы устройства для очистки отходящих газов от взвешенных частиц. Дано описание работы устройства по очистке отходящих газов от взвешенных частиц, приведены результаты экспериментов по исследованию эффективности ее работы.

ӘОЖ 621.311.22. Н.К. ЦОЙ. Қалқыма бөлшектерден шығарылған газдарды тазартуға арналған құрылғы жұмысының тиімділігін зерттеу. Қалқыма бөлшектерден шығарылған газдарды тазарту бойынша қондырғы жұмысының сипаттамасы берілген, оның жұмысының тиімділігін зерттеу бойынша эксперименттердің нәтижелері келтірілген.

UDC 621.311.22. N.K. TSOY. Investigating Effectiveness of Operating Device for Waste-Gas Suspended Particles Cleaning. The description of the operation of a device to clean the waste gas from suspended particles is given; the results of the experiments on investigating its operation effectiveness are given.

УДК 622.284(574.32). Е.А. АБЕУОВ, М.А. МУХАНБЕДИН, Ж.Б. ТОБАГАБУЛОВА. Способы снижения потерь руды и повышения безопасности ведения добычных работ. Приводится способ крепления очистных камер для повышения устойчивости кровли с уменьшением подвальной нагрузки над площадью квадрата при системе разработки с открытым очистным пространством, сокращающей потери запасов в междокамерных целиках и увеличивающей полностью выемки запасов панели.

ӘОЖ 622.284(574.32). Е.А. АБЕУОВ, М.А. МУХАНБЕДИН, Ж.Б. ТОБАГАБУЛОВА. Руданың жоғалымдарын төмендету және өндіру жұмыстарын жүргізу қауіпсіздігін жоғарылату тәсілдері. Камера аралық кентіректердегі қорлардың шығынын қысқартатын және панельдің қорларын алудың толықтығын ұлғайтатын, ашық тазарту кеңістігі бар қазу жүйесі кезінде квадрат алаңының үстіндегі күмбез асты жұктөмен азайту арқылы төбенің орнықтылығын жоғарылату үшін тазарту камераларын бекіту тәсілі келтіріледі.

UDC 622.284(574.32). E.A. ABEUOV, M.A. MUKHANBEDIN, Zh.B. TOBAGABULOVA. Ways of Lowering Ore Losses and Increasing Safety of Carrying out Mining Operations. The way of supporting cleaning chambers is given to increase the roof stability decreasing the load under the roof over the area of square with the system of mining by an open cleaning space reducing reserves in interchamber pillars and increasing the completeness of getting the panel reserves.

УДК 658.512.22.011.56. В.В. ЯВОРСКИЙ, В.Ф. ДЕМИН, Р.Р. МИФТАХОВ, Т.В. ДЕМИНА. Разработка экспертной системы выбора элементов технологических схем очистных работ. Изложены основные принципы и методы формирования оптимальных схем очистных работ. Рассмотрены механизм создания математических моделей, принципы численной оценки выбранных технологических решений и информационное обеспечение их формирования с использованием возможностей систем.

ӘОЖ 658.512.22.011.56. В.В. ЯВОРСКИЙ, В.Ф. ДЕМИН, Р.Р. МИФТАХОВ, Т.В. ДЕМИНА. Тазарту жұмыстарының технологиялық сұлбаларының элементтерін таңдаудың сараптық жүйесін әзірлеу. Тазарту жұмыстарының оңтайлы сұлбаларын қалыптастырудың негізгі принциптері мен әдістері баяндалған. Математикалық модельдерді құру механизмі, таңдалған технологиялық шешімдерді сандық бағалау принциптері және зерделі жүйелер мүмкіндіктерін пайдалану арқылы оларды қалыптастырудың ақпараттық қамтамасыз етілуі қарастырылған.

UDC 658.512.22.011.56. V.V. YAVORSKY, V.F. DYEMIN, R.R. MIFTAKHOV, T.V. DYEMINA. Developing Expert System of Selecting Elements of Technological Schemes of Cleaning Operations. The basic principles and methods of forming optimal schemes of cleaning operations are stated. The mechanism of creating mathematical models, the principles of numerical estimation of the technological solutions chosen and the information support of their formation using intellectual systems possibilities has been considered.

УДК 621.744. А.З. ИСАГУЛОВ, В.Ю. КУЛИКОВ, О.С. СОГРИНА, В.В. ЯКОВЛЕВ. **Расчёт литниковой системы для отливок радиаторов при литье в оболочковые формы.**

*Рассматривается литниковая система для отливок радиаторов в оболочковые формы, приводится расчёт элементов литниковой системы.*

ӨЖ 621.744. А.З. ИСАҒУЛОВ, В.Ю. КУЛИКОВ, О.С. СОГРИНА, В.В. ЯКОВЛЕВ. **Қабықшалы қорамаларға құю кезінде радиаторлар құймаларына арналған құю жол жүйесін есептеу.**

*Қабықшалы қорамаларға радиаторларды құюға арналған құю жол жүйесі қарастырылады, құю жол жүйесінің элементтерін есептеу келтіріледі.*

UDC 621.744. A.Z. ISAGULOV, V.Yu. KULIKOV, O.S. SOGRINA, V.V. YAKOVLEV. **Calculating Gating System for Radiator Castings in Casting into Shell Moulds.**

*A gating system for casting radiators in shell moulds is considered, the calculation of the gating system elements is given.*

УДК 621.791.357. М.Р. СИХИМБАЕВ, Г.А. БАЙЖА БАГИНОВА. **Факторы, влияющие на эффективность электроконтактной обработки материалов.**

*Рассмотрены основные факторы, влияющие на эффективность электроконтактной обработки материалов, и перспективы применения данного нетрадиционного метода обработки в РК.*

ӨЖ 621.791.357. М.Р. СИҚЫМБАЕВ, Г.А. БАЙЖА БАҒЫНОВА. **Материалдарды электрлік түйіспен өңдеу тиімділігіне әсер ететін факторлар.**

*Материалдарды электрлік түйіспен өңдеу тиімділігіне әсер ететін негізгі факторлар және өңдеудің берілген дәстүрлі емес әдісін Қазақстан Республикасында қолданудың болашағы қарастырылған.*

UDC 621.791.357. M.R. SIKHIMBAYEV, G.A. BAYZHABAGINOVA. **Factors Influencing Effectiveness of Material Electric-Resistance Machining.**

*The main factors influencing the effectiveness of the material electric-resistance machining and the prospects of using the given non-traditional method of machining in the Republic of Kazakhstan have been considered.*

УДК 621.01:531.3. Ж.Б. БАКИРОВ. **Случайные стационарные колебания механических систем.**

*Спектральным методом получено решение уравнения вынужденных колебаний механических систем при стационарных случайных воздействиях. Определены спектральные плотности и корреляционные функции выходного процесса, дисперсии перемещений, скоростей и ускорений для четырех видов внешних воздействий.*

ӨЖ 621.01:531.3. Ж.Б. БӘКІРОВ. **Механикалық жүйелердің кездейсоқ стационарлық тербелістері.**

*Стационарлық кездейсоқ әсерлер кезіндегі механикалық жүйелердің мәжбүрлі тербелістері теңдеуінің шешімі спектрлік әдіспен алынған. Шығу процесінің спектрлік тығыздықтары мен корреляциялық функциялары, сыртқы әсерлердің төрт түрі үшін орын ауыстыру, жылдамдықтар мен үдеулер дисперсиялары анықталған.*

UDC 621.01:531.3. Zh.B. BAKIROV. **Random Stationary Oscillations of Mechanical Systems.**

*The solution of the equation of forced oscillations of mechanical systems at stationary random effects has been obtained by a special method. Spectrum and correlation functions of the output process, variants of displacement, speeds and accelerations for four types of external effects have been determined.*

УДК 669.046.545.2:536.7. А.Б. НАЙЗАБЕКОВ, К.А. НОГАЕВ. **Исследование работы кузнечного инструмента, реализующего поперечный сдвиг заготовки.**

*Предложена методика исследования работы кузнечного инструмента, реализующего поперечный сдвиг заготовки, путем численного решения дифференциального уравнения движения его основного элемента — рабочей вставки. Предложенную методику можно использовать для выбора оптимальных параметров инструмента, обеспечивающих его эффективную работу.*

ӨЖ 669.046.545.2:536.7. А.Б. НАЙЗАБЕКОВ, К.А. НОҒАЕВ. **Дайындаманың көлденең ығысуын іске асыратын, ұсталық сайманның жұмысын зерттеу.**

*Ұсталық сайманның негізгі элементі — жұмыстық ендіре қозғалысының дифференциал теңдеуін сандық шешу әдісімен, дайындаманың көлденең ығысуын іске асыратын, ұсталық сайманның жұмысын зерттеу әдісі ұсынылды. Ұсынылған әдістемені оның тиімді жұмысын қамтамасыз ететін, сайманның оңтайлы параметрлерін таңдау үшін пайдалануға болады.*

UDC 669.046.545.2:536.7. A.B. NAYZABEKOV, K.A. NOGAYEV. **Studying Operation of Forging Tool Performing Lateral Shift of Blank.**

*The methods of studying the operation of a forging tool performing a lateral blank shift by the numerical solution of the differential equation of motion of its basic element, a working insert, have been suggested. The methods suggested can be used for selecting the optimal tool parameters providing its effective operation.*

УДК 661.771.07. А.А. АКБЕРДИН, Р.И. САИТОВ. **Фосфатная емкость и оптическая основность металлургических шлаков.**

*Установлена зависимость для теоретической оценки фосфатной емкости и металлургических шлаков.*

ӨЖ 661.771.07. А.А. АҚБЕРДИН, Р.И. САИТОВ. **Фосфаттық сыйымдылық және металлургиялық қождың оптикалық негізділігі.** *Металлургиялық қождардың фосфаттық сыйымдылығын теориялық бағалау үшін тәуелділік анықталған.*

UDC 661.771.07. A.A. AKBERDIN, R.I. SAITOV. **Phosphate Capacity and Optical Basicity of Metallurgical Slags.**

*The dependence for the theoretical estimation of the metallurgical slag phosphate capacity has been stated.*

УДК 622.788.34/36. К.З. САРЕКЕНОВ. **Процессы фазообразования при упрочняющем обжиге нефлюсованных борсодержащих окатышей.**

*Представлены результаты исследования влияния боратных флюсов на процессы фазообразования при обжиге нефлюсованных железорудных окатышей. Показано, что изменение прочностных характеристик окатышей естественной*

өЖ 622.788.34/36. К.З. САРЕКЕНОВ. **Флюстелмеген құрамында бор бар шекемтасарды беріктендіріп күйдіру кезінде фаза түзілу процесстері.**

*Флюстелмеген темір-руда шекемтасарын күйдіру кезінде фаза түзілу процесстеріне борат флюстерінің әсеретуін зерттеу нәтижелері ұсынылған. Табиғи негізді шекемтасардың беріктік сипаттамаларының өзгеруі, темір-силикат балқымасының физика-химиялық қасиеттерінің өзгеруіне әкеліп соғатын, бор*

UDC 622.788.34/36. K.Z. SAREKENOV. **Processes of Phase Formation at Strengthening Roasting of Non-Fluxed Pellets Containing Boron.**

*The results of studying the influence of borate fluxes on the process of the phase formation at*

основности связано с присутствием оксида бора, приводящего к изменению физико-химических свойств железосиликатного расплава.

УДК 531+681. Т.С. СУЛЕЙМЕНОВ, В.П. МАЛЫШЕВ, Н.С. БЕКТУРГАНОВ, А.З. ИСАГУЛОВ, С.Ш. КАЖИКЕНОВА, Б.Т. АБДРАХМАНОВ. **Численное моделирование течения расплава в наклонном желобе.**

На основе уравнений вязкой несжимаемой жидкости рассмотрен один из способов решения составных уравнений Навье-Стокса для течения расплава в плоском канале и наклонном желобе.

оксидінің бар болуымен байланысты екені көрсетілген.

ӘОЖ 531+681. Т.С. СУЛЕЙМЕНОВ, В.П. МАЛЫШЕВ, Н.С. БЕКТУРГАНОВ, А.З. ИСАГУЛОВ, С.Ш. КАЖИКЕНОВА, Б.Т. АБДРАХМАНОВ. **Көлбеу науадағы балқыма ағысын сандық модельдеу.**

Сығылмайтын тұтқыр сұйықтық теңдеулерінің негізінде жазық арнадағы және көлбеу науадағы балқымалардың ағысына арналған Навье-Стокстың құрамды теңдеулерін шешу тәсілдерінің бірі қарастырылған.

roasting non-fluxed iron-ore pellets are presented. It has been shown that changing the strength characteristics of natural-basidity pellets is connected to the presence of borate oxide resulting in changing the physical-and-chemical properties of a ferrous silicate melt.

UDC 531+681. T.S. SULEYMENOV, V.P. MALISHEV, BEKTURGANOV, ISAGULOV, KAZHIKENOVA, ABDRAKHMANOV.

### Numerical Simulation of Melt Flowing in Inclined Chute.

One of the ways of solving Navier-Stokes' composed equations for the melt flowing in a flat channel and in an inclined chute has been considered on the basis of viscous incompressible liquid equations.

УДК 693.554. Д.О. БАЙДЖАНОВ, В.Э. АБСИМЕТОВ, И.Н. ТУРЕБАЕВ, Е.Т. КУЧЕРБАЕВ. **Факторы взаимодействия переплетающихся стержней арматурной сетки.**

Приводятся теоретические данные исследования механического взаимодействия стержней в плетёных сетках. При изготовлении арматурных сеток переплетение может стать альтернативой сварке.

ӘОЖ 693.554. Ж.О. БАЙЖАНОВ, В.Э. АБСИМЕТОВ, И.Н. ТӨРЕБАЕВ, Е.Т. КӨШЕРБАЕВ. **Арматура торының айкасатын шыбықтарының механикалық өзара әрекеттесу факторлары.**

Айқасқан торлардағы шыбықтардың механикалық өзара әрекеттесуін зерттеудің теориялық деректері келтіріледі. Арматура торларын жасау кезінде айкасу дәнекерлеуге балама болуы мүмкін.

UDC 693.554. D.O. BAYDZHANOV, V.E. ABSIMETOV, I.N. TUREBAYEV, E.T. KUCHERBAYEV. **Factors of Mechanical Interaction of Interweaving Bars of Reinforcing Fabric.**

Theoretical data of investigating the mechanical interaction of bars in weaved meshes are given. Weaving can become an alternative to welding in producing reinforcing fabrics.

УДК 666.97. Е.В. ТКАЧ. **Эффективные технологии модифицированного бетона.**

Рассмотрены вопросы создания многокомпонентных органоминеральных модификаторов, входящих в состав высокоэффективных строительных материалов, которые позволяют вывести на качественно новый уровень строительную индустрию.

ӘОЖ 666.97. Е.В. ТКАЧ. **Механикалық қасиеттері өзгертілген бетонның тиімді технологиялары.**

Құрылыстық индустрияны сапалы жаңа деңгейге шығаруға мүмкіндік беретін, тиімділігі жоғары құрылыс материалдарының құрамына кіретін, көп құрамды органоминералды модификаторларды құру мәселелері қарастырылған.

UDC 666.97. Ye.V. TKACH. **Effective Technologies of Modified Concrete.**

The problems of producing multicomponent organic mineral modifiers included into the composition of highly effective building materials which allow to bring the construction industry to a qualitatively new level have been considered.

УДК 656.225. Е.Е. ҚАРСЫБАЕВ, С.З. АНДАСБАЕВА. **Разработка принципов управления транспортно-логистическими структурами в цепи поставок грузов.**

Рассмотрены принципы управления транспортно-логистическими структурами при функционировании в цепи поставок грузов в свете решения задач, поставленных в Послании Президента страны народу Казахстана.

ӘОЖ 656.225. Е.Е. ҚАРСЫБАЕВ, С.З. АНДАСБАЕВА. **Жүктерді жеткізу тізбегінде тасымалдау-логистикалық құрылымдарын басқару принциптерін әзірлеу.**

Ел Президентінің Қазақстан халқына Жолдауында қойылған міндеттерді шешу тұрғысында, жүктерді жеткізу тізбегінде жұмыс істеу кезінде тасымалдау-логистикалық құрылымдарын логистикалық басқару принциптері қарастырылған.

UDC 656.225. E.E. KARSIBAYEV, S.Z. ANDASBAYEVA. **Developing Principles of Controlling Transport-and-Logistics Structures in Freight Supply Chain.**

The principles of logistic control of transport-and-logistics structures in functioning in the chain of supplying freights in terms of solving the problems stated in the President's Message to the people of Kazakhstan have been considered.

УДК 624.014.04. Д.О. БАЙДЖАНОВ, А.Ш. КАЛМАГАМБЕТОВА. **Исследование физико-механических свойств огнезащитных составов.**

Приведены огнезащитные составы, которые обладают определенным комплексом физико-механических свойств, обеспечивающих их сохранность в течение заданного срока службы

ӘОЖ 624.014.04. Д.О. БАЙДЖАНОВ, А.Ш. КАЛМАГАМБЕТОВА. **Оттан қорғағыш құрамдардың физика-механикалық қасиеттерін зерттеу.**

Берілген қызмет ету мерзімінде олардың сақталуын қамтамасыз ететін, белгілі физика-механикалық қасиеттер кешенін иеленетін, оттан қорғағыш құрамдар келтірілген.

UDC 624.014.04. D.O. BAYDZHANOV, A.Sh. KALMAGAMBETOVA.

### Investigating Physical-and-Mechanical Properties of Fire Protection Compositions.

Fire protection compositions are given which possess a certain complex of physical-and-mechanical properties providing their preservation during a service life given.

УДК 656.212. С.Ш. САРБАЕВ. **Управленческие задачи распределения грузовых потоков по видам транспорта в узле.**

Рассмотрена модель решения задачи распределения грузопотоков между различными видами транспорта в транспортном узле.

ӘОЖ 656.212. С.Ш. САРБАЕВ. **Тораптағы көлік түрлері бойынша жүк ағындарын бөлудің басқарушы міндеттері.**

Көлік торабындағы көліктің әр түрлері арасындағы жүк ағындарын бөлу міндеттерін шешу моделі қарастырылған.

UDC 656.212. S.Sh. SARBAYEV. **Managerial Problems of Distributing Freight Traffics among Transport Types in Junction.**

A model of solving the problem of distributing freight traffics among various types of transport in a transport junction has been considered.

УДК 621.317.088. Э.А. ИВАНОВ, А.Ж. ОМИРБЕКОВ, П.И. САГИТОВ, Е.В. ХРАПУНОВ. **Оценка фактического уровня погрешностей электросчетчиков в реальных условиях эксплуатации.** Выявлена средняя погрешность при эксплуатации электросчетчиков на примере г. Алматы.

ӨЖ 621.317.088. Э.А. ИВАНОВ, А.Ж. ОМИРБЕКОВ, П.И. САГИТОВ, Е.В. ХРАПУНОВ. **Пайдаланудың нақты жағдайларында электр санауыштар қателіктерінің іс жүзіндегі деңгейін бағалау.** Алматы қаласының мысалында электр санауыштарды пайдалану кезіндегі орташа қателік айқындалған.

UDC 621.317.088. E.A. IVANOV, A.Zh. OMIRBEKOV, P.I. SAGITOV, Ye.V. KHRAPUNOV. **Estimating Actual Error Level of Electricity Meters in Real Service Conditions.**

*A mean error has been revealed in service of electricity meters on the example of Almaty.*

УДК 621.316.817.5. И.В. БРЕЙДО. **Оценка быстродействия тиристорного электропривода с реверсом по цепи обмотки возбуждения.** Произведена оценка быстродействия различных схем реверса тиристорного электропривода постоянного тока по цепи обмотки возбуждения и предложен метод расчета параметров форсирующей R-C цепи.

ӨЖ 621.316.817.5. И.В. БРЕЙДО. **Реверс бар тиристорлық электр жетегінің қоздыру орамасының тізбегі бойымен жылдам әрекет етуін бағалау.** Тұрақты ток тізбегінің тиристорлық электр жетегі реверсінің әртүрлі сұлбаларының қоздыру орамасының тізбегі бойымен жылдам әрекет етуін бағалау жүргізілген және еселенуші R-C тізбегінің параметрлерін есептеу әдісі ұсынылған.

UDC 621.316.817.5. I.V. BREYDO. **Estimating Speed of Thyristor Drive Having Reverse along Excitation Winding Circuit.** *Estimating speed of various circuits of reverse winding circuit has been carried out and the method of calculating parameters of a forcing R-C circuit has been suggested.*

УДК 621.315.5/6(075.8), 621.318.1(075.8). Ю.Н. КЛИКУШИН, К.Т. КОШЕКОВ, Н.О. РОЖКОВА. **Метод и средства моделирования идентификационных шкал.** Предложены аналитический метод расчета положения оцифрованных от меток идентификационной шкалы NF-типа и средства для ее проверки и градуировки детерминированными сигналами, позволяющие повысить разрешающую способность и достоверность автоматического распознавания сложных сигналов.

ӨЖ 621.315.5/6(075.8), 621.318.1(075.8). Ю.Н. КЛИКУШИН, К.Т. КОШЕКОВ, Н.О. РОЖКОВА. **Теңестіру шкалаларын модельдеу әдісі және құралдары.** NF-типті теңестіру шкаласының цифрланған белгілерін есептеудің аналитикалық әдісі және рұқсат ету қабілетін және күрделі сигналдарды автоматтық танудың дұрыстығын арттыруға мүмкіндік беретін, оны тексеруге және анықталмаған сигналдармен градуирлеуге арналған құралдар ұсынылған.

UDC 621.315.5/6(075.8), 621.318.1(075.8). Yu.N. KLKUSHIN, K.T. KOSHEKOV, N.O. ROZHKOVA. **Method and Means of Simulating Identification Scales.** *An analytical method of calculating the location of assigned numerical values of an NF-type identification scale and means for its test and calibration with deterministic signals have been suggested which allow to increase the resolution and the truth of an automatic identification of complex signals.*

УДК 621.395.2. Б.Р. АМАНОВ, А.Б. АЛИМБАЕВА. **Анализ рынка услуг телекоммуникаций Республики Казахстан.** Рассматриваются итоги деятельности основных операторов по предоставлению телекоммуникационных услуг.

ӨЖ 621.395.2. Б.Р. АМАНОВ, А.Б. АЛИМБАЕВА. **Қазақстан Республикасының телекоммуникациялар қызметінің рыногын талдау.** Телекоммуникация қызметтерін ұсыну бойынша негізгі операторлар қызметінің қорытындылары қарастырылады.

UDC 621.395.2. B.R. AMANOV, A.B. ALIMBAYEVA. **Analysis of Telecommunication Service Market of the Republic of Kazakhstan.** *The totals of the activity of main operators of supplying the telecommunication services are considered.*

УДК 621.34:621.771.23. И.В. БРЕЙДО, Е.В. КУНТУШ. **Разработка математической модели электромеханической системы горизонтального петлевого устройства.** Предложена модель электромеханической системы горизонтального петлевого устройства и рассмотрены режимы его работы с учетом упругости полосы и образования провиса.

ӨЖ 621.34:621.771.23. И.В. БРЕЙДО, Е.В. КУНТУШ. **Көлденең тұзақты құрылғының электр-механикалық жүйесінің математикалық моделін әзірлеу.** Көлденең тұзақты құрылғының электр-механикалық жүйесінің моделі ұсынылған және жолақтың серпінділігі мен бос орынның пайда болуы есепке алынып, оның жұмыс істеу режимдері қарастырылған.

UDC 621.34:621.771.23. I.V. BREYDO, E.V. KUNTUSH. **Developing Mathematical Model of Electrical-and-Mechanical System of Horizontal Looper.** *A model of an electrical-and-mechanical system of a horizontal looper is suggested and the modes of its operation taking into account the strip elasticity and the sag formation have been considered.*

УДК 658.5.011.0.56. Е.В. АНДРЕЕВ, И.В. БРЕЙДО, А.А. КАЛИНИН, Н.А. МОРОЗОВА, Б.Н. ФЕШИН. **Интегрированный научно-лабораторный комплекс «Современные технологии автоматизации».** Описываются интегрированный научно-лабораторный комплекс (ИНЛК) «Современные технологии автоматизации» и алгоритмы его работы в сети Intranet КарГТУ, приводятся варианты построения виртуального динамического имитатора в структуре ИНЛК.

ӨЖ 658.5.011.0.56. Е.В. АНДРЕЕВ, И.В. БРЕЙДО, А.А. КАЛИНИН, Н.А. МОРОЗОВА, Б.Н. ФЕШИН. **«Қазіргі автоматтандыру технологиялары» шоғырланған ғылыми-зертханалық кешені.** «Қазіргі автоматтандыру технологиялары» шоғырланған ғылыми-зертханалық кешені (ШФЗК) және оның КарГТУ-дың Intranet желісінде жұмыс істеу алгоритмдері сипатталады, ШФЗК құрылымында виртуальды динамикалық имитаторды құру нұсқалары келтірілген.

UDC 658.5.011.0.56. Ye.V. ANDREYEV, I.V. BREYDO, A.A. KALININ, N.A. MOROSOVA, B.N. FESHIN. **Integrated Scientific Laboratory Complex «Modern Automation Technologies».** *An integrated scientific laboratory complex (ISLC) «Modern Automation Technologies» and the algorithms of its operation in Internet network of the KarSTU are described; variants of constructing a virtual dynamic simulator in the ISLC structure are given.*

## *Правила оформления и представления статей*

### *в журнал «ТРУДЫ УНИВЕРСИТЕТА»*

Статья представляется в редакционно-издательский отдел в двух экземплярах. Прилагаются дискета с файлами, направление организации. Приводится аннотация на казахском, русском и английском языках, указывается индекс УДК. Объем статьи не должен превышать 8 страниц машинописного текста. Текст статьи печатается через два интервала (между строками 6 мм) на одной стороне листа форматом 21x30 см; **поля со всех сторон по 2 см**; страницы нумеруются. На дискете текст необходимо набирать в редакторе Word 97 либо Word 2000 (не ниже) **шрифтом Times New Roman, размер шрифта (кегель) — 14.**

Все буквенные обозначения, приведенные на рисунках, необходимо пояснять в основном или подрисуночном тексте. Нумеровать следует только те формулы и уравнения, на которые есть ссылка в тексте.

Рекомендуется компьютерная графика. Рисунки могут иметь расширения, совместимые с Word 97, Word 2000, т.е. CDR, JPG, PCD, TIF, BMP.

**Для рисунков должен применяться шрифт Arial. Размер шрифта (кегель) 14. Рисунки должны быть хорошего качества.**

Для таблиц рекомендуется шрифт Times New Roman, размер шрифта (кегель) 14.

**Формулы должны быть набраны в формуляторе MathType или Equation.**

В статье не должно быть сложных и громоздких формул и уравнений, особенно формульных таблиц, а также промежуточных математических выкладок. Все сокращения и условные обозначения в формулах следует расшифровать, размерности физических величин давать в системе СИ, названия иностранных фирм, их продуктов и приборов – в транскрипции первоисточника с указанием страны.

Список литературы (только органически связанной со статьей) составляется в порядке цитирования и дается в конце статьи. В тексте ссылки на литературу отмечаются порядковыми цифрами в квадратных скобках, а именно [1, 2]. В конце статьи следует указывать название организации, где выполнена работа, контактный телефон, факс и адрес электронной почты. Статья должна быть подписана всеми авторами с указанием ученой степени, служебного и домашнего адресов и телефонов.

Публикация неверно оформленных статей задерживается.

Статья должна носить авторский характер, т.е. принадлежать лично автору или группе авторов, причем количество последних не должно быть более пяти. В одном номере журнала может быть напечатано не более одной статьи одного автора. В исключительных случаях, по решению редакционного совета, может быть опубликовано две статьи одного автора.

Предпочтение отдается статьям, имеющим исследовательский характер и содержащим элементы научной новизны. Рекомендуется аналитические результаты научных исследований подтверждать данными, полученными экспериментальным путем или методами имитационного моделирования.

Статья должна иметь законченный характер, то есть в ней рекомендуется отобразить кратко историю рассматриваемого вопроса, поставить задачу, определить методику ее решения, привести результаты решения задачи, сделать выводы и заключение, привести список литературы. Не

допускается использование в статьях фрагментов текста, рисунков или графиков из работ других авторов (или из Internet) без ссылки на них.



УНИВЕРСИТЕТ ЕҢБЕКТЕРІ      ТРУДЫ УНИВЕРСИТЕТА  
2005. №1. 88 с.

№ 1351-ж тіркеу куәлігін 2000 жылдың 4 шілдесінде Қазақстан Республикасының Мәдениет, ақпарат және қоғамдық келісім министрлігі берген

Регистрационное свидетельство № 1351-ж от 04.07.2000 года выдано Министерством культуры, информации и общественного согласия Республики Казахстан

*Бас редактор — Главный редактор*

Г.Г. Пивень

*Әдеби редакторлар — Литературные редакторы*

Т.В. Рустимова, Р.С. Исакова, Б.А. Асылбекова, Қ.Ә. Үйсін

*Аудармашылар — Переводчики*

А.С. Қордабаева, Л.В. Евдокимова

*Компьютерлік ажарлау және беттеу — Компьютерный дизайн и верстка*

М.М. Утебаев

---

Басуға қол қойылды	25.02.2005	Подписано в печать
Пішімі	60×84/8	Формат
Көлемі, б.т.	13,7	Объем, п.л.
Таралымы	500	Тираж
Тапсырыс	3066	Заказ
Индексі	75857	Индекс
Келісімді баға		Цена договорная

---

*Редакцияның мекен-жайы — Адрес редакции*

100027, г. Караганда, бульвар Мира, 56. Издательство КарГТУ, тел. 56-20-62